





1906

HISTOIRE NATURELLE,

GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE,

PAR LECLERC DE BUFFON;

NOUVELLE ÉDITION, accompagnée de Notes, et dans laquelle les Supplémens sont insérés dans le premier texte, à la place qui leur convient. L'on y a ajouté l'histoire naturelle des Quadrupèdes et des Oiseaux découverts depuis la mort de Buffon, celle des Reptiles, des Poissons, des Insectes et des Vers; enfin, l'histoire des Plantes dont ce grand Naturaliste n'a pas eu le tems de s'occuper.

OUVRAGE formant un Cours complet d'Histoire Naturelle;

RÉDIGÉ PAR C. S. SONNINI,

MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.

TOME SIXIÈME.



A LONDRES.
CHEZ DEBOFFE, LIBRAIRE.
1799.

INTRODUCTION
A
L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

SEPTIÈME MÉMOIRE.

Observations sur les couleurs accidentelles, et sur les ombres colorées.

Quoiqu'on se soit beaucoup occupé, dans ces derniers tems, de la physique des couleurs, il ne paroît pas qu'on ait fait de grands progrès depuis Newton : ce n'est pas qu'il ait épuisé la matière, mais la plupart des physiciens ont plus travaillé à le combattre qu'à l'entendre, et quoique ses principes soient clairs, et ses expériences incontestables, il y a si peu de gens qui se soient donné la peine d'examiner à fond les rapports et l'ensemble de ses découvertes, que je ne crois pas devoir parler d'un nouveau genre de couleurs, sans avoir auparavant donné des idées nettes sur la production des couleurs, en général.

Il y a plusieurs moyens de produire des couleurs, le premier est la réfraction : un

trait de lumière qui passe à travers un prisme se rompt et se divise, de façon qu'il produit une image colorée, composée d'un nombre infini de couleurs, et les recherches qu'on a faites sur cette image colorée du soleil, ont appris que la lumière de cet astre, est l'assemblage d'une infinité de rayons de lumière différemment colorés; que ces rayons ont autant de différens dégrés de réfrangibilité que de couleurs différentes, et que la même couleur a constamment le même dégré de réfrangibilité. Tous les corps diaphanes, dont les surfaces ne sont pas parallèles, produisent des couleurs par la réfraction; l'ordre de ces couleurs est invariable, et leur nombre quoiqu'infini a été réduit à sept dénominations principales, *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *oranger*, *rouge*; chacune de ces dénominations répond à un intervalle déterminé dans l'image colorée, qui contient toutes les nuances de la couleur dénommée; de sorte que dans l'intervalle rouge, on trouve toutes les nuances de rouge; dans l'intervalle jaune, toutes les nuances de jaune, etc. et dans les confins de ces intervalles, les couleurs intermédiaires, qui ne sont ni jaunes ni rouges, etc. C'est par de bonnes raisons que Newton a fixé à sept le

nombre des dénominations des couleurs, l'image colorée du soleil, qu'il appelle le *spectre solaire*, n'offre à la première vue que cinq couleurs, violet, bleu, vert, jaune et rouge; ce n'est encore qu'une décomposition imparfaite de la lumière, et une représentation confuse des couleurs. Comme cette image est composée d'une infinité de cercles différemment colorés, qui répondent à autant de disques du soleil; et que ces cercles anticipent beaucoup les uns sur les autres, le milieu de tous ces cercles est l'endroit où le mélange des couleurs est le plus grand, et il n'y a que les côtés rectilignes de l'image où les couleurs soient pures; mais comme elles sont en même tems très-foibles, on a peine à les distinguer, et on se sert d'un autre moyen pour épurer les couleurs : c'est en rétrécissant l'image du disque du soleil, ce qui diminue l'anticipation des cercles colorés les uns sur les autres, et par conséquent le mélange des couleurs; dans ce spectre de lumière épurée et homogène, on voit très-bien les sept couleurs; on en voit même beaucoup plus de sept, avec un peu d'art; car, en recevant successivement sur un fil blanc les différentes parties de ce spectre de lumière épurée, j'ai compté sou-

vent jusqu'à dix-huit ou vingt couleurs dont la différence étoit sensible à mes yeux. Avec de meilleurs organes ou plus d'attention, on pourroit encore en compter davantage; cela n'empêche pas qu'on ne doive fixer le nombre de leur dénomination à sept, ni plus ni moins; et cela, par une raison bien fondée, c'est qu'en divisant le spectre de lumière épurée en sept intervalles, et suivant la proportion donnée par Newton, chacun de ces intervalles contient des couleurs, qui, quoique prises toutes ensemble, sont indécomposables par le prisme et par quelqu'art que ce soit, ce qui leur a fait donner le nom de *couleurs primitives*. Si au lieu de diviser le spectre en sept, on ne le divise qu'en six, ou cinq, ou quatre, ou trois intervalles, alors les couleurs contenues dans chacun de ces intervalles, se décomposent par le prisme, et par conséquent ces couleurs ne sont pas pures, et ne doivent pas être regardées comme couleurs primitives. On ne peut donc pas réduire les couleurs primitives à moins de sept dénominations, et on ne doit pas en admettre un plus grand nombre, parce qu'alors on diviseroit inutilement les intervalles en deux ou plusieurs parties, dont les couleurs seroient

de la même nature, et ce seroit partager mal à propos une même espèce de couleur, et donner des noms différens à des choses semblables.

Il se trouve par un hasard singulier, que l'étendue proportionnelle de ces sept intervalles de couleurs, répond assez juste à l'étendue proportionnelle des sept tons de la musique, mais ce n'est qu'un hasard dont on ne doit tirer aucune conséquence; ces deux résultats sont indépendans l'un de l'autre, et il faut se livrer bien aveuglément à l'esprit de système pour prétendre, en vertu d'un rapport fortuit, soumettre l'œil et l'oreille à des lois communes, et traiter l'un de ces organes par les règles de l'autre, en imaginant qu'il est possible de faire un concert aux yeux ou un paysage aux oreilles.

Ces sept couleurs, produites par la réfraction sont inaltérables, et contiennent toutes les couleurs et toutes les nuances de couleurs qui sont au monde; les couleurs du prisme, celles des diamans, celles de l'arc-en-ciel, des images des halos, dépendent toutes de la réfraction, et en suivent exactement les lois.

La réfraction n'est cependant pas le seul

moyen pour produire des couleurs, la lumière a de plus que sa qualité réfrangible d'autres propriétés qui, quoique dépendantes de la même cause générale, produisent des effets différens; de la même façon que la lumière se rompt et se divise en couleurs en passant d'un milieu dans un autre milieu transparent, elle se rompt aussi en passant auprès des surfaces d'un corps opaque : cette espèce de réfraction qui se fait dans le même milieu, s'appelle *inflexion*, et les couleurs qu'elle produit, sont les mêmes que celles de la réfraction ordinaire; les rayons violets qui sont les plus réfrangibles, sont aussi les plus flexibles, et la frange colorée par l'inflexion de la lumière ne diffère du spectre coloré produit par la réfraction, que dans la forme; et si l'intensité des couleurs est différente, l'ordre en est le même, les propriétés toutes semblables, le nombre égal, la qualité primitive et inaltérable commune à toutes, soit dans la réfraction, soit dans l'inflexion qui n'est en effet qu'une espèce de réfraction.

Mais le plus puissant moyen que la nature emploie pour produire des couleurs, c'est la réflexion (1); toutes les couleurs maté-

(1) J'avoue que je ne pense pas comme Newton au sujet de la réflexibilité des différens rayons de la lu-

rielles en dépendent, le vermillon n'est rouge que parce qu'il réfléchit abondamment les rayons rouges de la lumière, et

---

mière. Sa définition de la réflexibilité n'est pas assez générale pour être satisfaisante; il est sûr que la plus grande facilité à être réfléchi est la même chose que la plus grande réflexibilité, il faut que cette plus grande facilité soit générale pour tous les cas: or qui sait si le rayon violet se réfléchit le plus aisément dans tous les cas, à cause que dans un cas particulier il rentre plutôt dans le verre que les autres rayons; la réflexion de la lumière suit les mêmes lois que le rebondissement de tous les corps à ressort; de-là on doit conclure que les particules de lumière sont élastiques, et par conséquent la réflexibilité de la lumière sera toujours proportionnelle à son ressort, et dès-lors les rayons les plus réflexibles seront ceux qui auront le plus de ressort; qualité difficile à mesurer dans la matière de la lumière, parce qu'on ne peut mesurer l'intensité d'un ressort que par la vîtesse qu'il produit; il faudroit donc pour qu'il fût possible de faire une expérience sur cela, que les satellites de Jupiter fussent illuminés successivement par toutes les couleurs du prisme, pour reconnoître par leurs éclipses s'il y auroit plus ou moins de vîtesse dans le mouvement de la lumière violette que dans le mouvement de la lumière rouge; car ce n'est que par la comparaison de la vîtesse de ces deux différens rayons qu'on peut savoir si l'un a plus de ressort que l'autre ou plus de réflexibilité. Mais on n'a jamais observé que les satellites, au moment de leur émersion, aient d'abord

qu'il absorbe les autres; l'outremer ne paroît bleu que parce qu'il réfléchit fortement les rayons bleus, et qu'il reçoit dans ses pores tous les autres rayons qui s'y perdent. Il en est de même des autres couleurs des corps opaques et transparens; la transparence dépend de l'uniformité de densité; lorsque les parties composantes d'un corps sont d'égale densité, de quelque figure que soient ces mêmes parties, le corps sera toujours transparent. Si l'on réduit un corps transparent à une fort petite épaisseur, cette plaque mince produira des couleurs dont l'ordre et

---

paru violets, et ensuite éclairés successivement de toutes les couleurs du prisme; donc il est à présumer que les rayons de lumière ont à peu près tous un ressort égal, et par conséquent autant de réflexibilité. D'ailleurs le cas particulier où le violet paroît être plus réflexible ne vient que de la réfraction, et ne paroît pas tenir à la réflexion, cela est aisé à démontrer. Newton a fait voir, à n'en pouvoir douter, que les rayons différens sont inégalement réfrangibles, que le rouge l'est le moins et le violet le plus de tous; il n'est donc pas étonnant qu'à une certaine obliquité le rayon violet se trouvant en sortant du prisme plus oblique à la surface que tous les autres rayons, il soit le premier saisi par l'attraction du verre et contraint d'y rentrer, tandis que les autres rayons, dont l'obliquité est moindre, continuent leur

les principales apparences sont fort différentes des phénomènes du spectre, ou de la frange colorée; aussi ce n'est pas par la réfraction que ces couleurs sont produites, c'est par la réflexion: les plaques minces des corps transparens, les bulles de savon, les plumes des oiseaux, etc. paroissent colorées parce qu'elles réfléchissent certains rayons, et laissent passer ou absorbent les autres; ces couleurs ont leurs lois, et dépendent de l'épaisseur de la plaque mince, une certaine épaisseur produit constamment une certaine couleur, toute autre épaisseur ne peut la

---

route sans être assez attirés, pour être obligés de rentrer dans le verre; ceci n'est donc pas, comme le prétend Newton, une vraie réflexion, c'est seulement une suite de la réfraction. Il me semble qu'il ne devoit donc pas assurer en général que les rayons les plus réfrangibles étoient les plus réflexibles. Cela ne me paroît vrai qu'en prenant cette suite de la réfraction pour une réflexion, ce qui n'en est pas une; car il est évident qu'une lumière qui tombe sur un miroir et qui en rejaillit en formant un angle de réflexion égal à celui d'incidence, est dans un cas bien différent de celui où elle se trouve au sortir d'un verre si oblique à la surface qu'elle est contrainte d'y rentrer; ces deux phénomènes n'ont rien de commun, et ne peuvent, à mon avis, s'expliquer par la même cause.

produire, mais en produit une autre; et lorsque cette épaisseur est diminuée à l'infini, en sorte qu'au lieu d'une plaque mince et transparente on n'a plus qu'une surface polie sur un corps opaque, ce poli qu'on peut regarder comme le premier dégré de la transparence, produit aussi des couleurs par la réflexion, qui ont encore d'autres lois; car lorsqu'on laisse tomber un trait de lumière sur un miroir de métal, ce trait de lumière ne se réfléchit pas tout entier sous le même angle, il s'en disperse une partie qui produit des couleurs dont les phénomènes, aussi bien que ceux des plaques minces, n'ont pas encore été assez observés.

Toutes les couleurs dont je viens de parler sont naturelles et dépendent uniquement des propriétés de la lumière; mais il en est d'autres qui me paroissent accidentelles et qui dépendent autant de notre organe que de l'action de la lumière. Lorsque l'œil est frappé ou pressé, on voit des couleurs dans l'obscurité, lorsque cet organe est mal disposé ou fatigué, on voit encore des couleurs; c'est ce genre de couleurs que j'ai cru devoir appeler *couleurs accidentelles*, pour les distinguer des couleurs naturelles, et parce qu'en effet elles ne paroissent jamais

que lorsque l'organe est forcé ou qu'il a été trop fortement ébranlé.

Personne n'a fait avant le docteur Jurin (1) la moindre observation sur ce genre de couleurs, cependant elles tiennent aux couleurs naturelles par plusieurs rapports, et j'ai découvert une suite de phénomènes singuliers sur cette matière, que je vais rapporter le plus succinctement qu'il me sera possible (2).

Lorsqu'on regarde fixement et long-tems une tache ou une figure rouge sur un fond blanc, comme un petit carré de papier rouge sur un papier blanc, on voit naître autour du petit carré rouge une espèce de couronne

---

(1) Essai, *Upon distinct and indistinct vision*, *page* 115 des notes sur l'optique de Smith, *tome II*, imprimé à Cambridge en 1738.

(2) En ceci, comme en beaucoup d'autres points de physique, Buffon a donné l'impulsion. Depuis la publication de ses expériences sur les couleurs accidentelles, plusieurs savans ont travaillé sur le même sujet. Voyez plus particulièrement une longue et belle Dissertation de M. Scherffer, professeur de mathématiques à l'université de Vienne, traduite de l'allemand par M. Bernoulli, et insérée dans le Journal de Physique du mois de mars 1785; le mémoire de M. Æpinus, membre de l'académie impé-

d'un vert foible ; en cessant de regarder le carré rouge, si on porte l'œil sur le papier blanc, on voit très-distinctement un carré d'un vert tendre, tirant un peu sur le bleu ; cette apparence subsiste plus ou moins long-tems, selon que l'impression de la couleur rouge a été plus ou moins forte. La grandeur du carré vert imaginaire, est la même que celle du carré réel rouge, et ce vert ne s'évanouit qu'après que l'œil s'est rassuré et s'est porté successivement sur plusieurs autres objets dont les images détruisent l'impression trop forte causée par le rouge.

En regardant fixement et long-tems une tache jaune sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache une couronne d'un bleu pâle, et en cessant de regarder la tache jaune

---

riale de Saint-Pétersbourg, ayant pour titre : *Observationes quædam ad opticam pertinentes*, et compris dans les nouveaux commentaires de l'Académie des sciences de Pétersbourg ; plusieurs Mémoires d'optique par le docteur de Godart, médecin des hôpitaux de Verviers, et membre des académies de Dijon et de Bruxelles, insérés dans le Journal de Physique pendant l'année 1776 ; enfin, la Dissertation qu'un physicien français a publiée dans le même recueil, cahier du mois de juin 1787.

SONNINI.

et

et portant son œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache bleue de la même figure et de la même grandeur que la tache jaune, et cette apparence dure au moins aussi long-tems que l'apparence du vert produit par le rouge. Il m'a même paru, après avoir fait moi-même, et après avoir fait répéter cette expérience à d'autres dont les yeux étoient meilleurs et plus forts que les miens, que cette impression du jaune étoit plus forte que celle du rouge, et que la couleur bleue qu'elle produit s'effaçoit plus difficilement et subsistoit plus long-tems que la couleur verte produite par le rouge; ce qui semble prouver ce qu'a soupçonné Newton, que le jaune est de toutes les couleurs celle qui fatigue le plus nos yeux.

Si l'on regarde fixement et long-tems une tache verte sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache verte une couleur blanchâtre, qui est à peine colorée d'une petite teinte de pourpre; mais en cessant de regarder la tache verte, et en portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit distinctement une tache d'un pourpre pâle, semblable à la couleur d'une améthyste pâle; cette apparence est plus foible, et ne

dure pas, à beaucoup près, aussi long-tems que les couleurs bleues et vertes produites par le jaune et par le rouge.

De même en regardant fixement et long-tems une tache bleue sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache bleue une couronne blanchâtre un peu teinte de rouge, et en cessant de regarder la tache bleue, et portant l'œil sur le fond blanc, on voit une tache d'un rouge pâle, toujours de la même figure et de la même grandeur que la tache bleue, et cette apparence ne dure pas plus long-tems que l'apparence pourpre produite par la tache verte.

En regardant de même avec attention une tache noire sur un fond blanc, on voit naître autour de la tache noire une couronne d'un blanc vif, et cessant de regarder la tache noire, et portant l'œil sur un autre endroit du fond blanc, on voit la figure de la tache exactement dessinée et d'un blanc beaucoup plus vif que celui du fond; ce blanc n'est pas mat, c'est un blanc brillant semblable au blanc du premier ordre des anneaux colorés décrits par Newton; et au contraire, si on regarde long-tems une tache blanche sur un fond noir, on voit la tache blanche se décolorer; et en portant l'œil sur un

autre endroit du fond noir, on y voit une tache d'un noir plus vif que celui du fond.

Voilà donc une suite de couleurs accidentelles qui a des rapports avec la suite des couleurs naturelles; le rouge naturel produit le vert accidentel, le jaune produit le bleu, le vert produit le pourpre, le bleu produit le rouge, le noir produit le blanc, et le blanc produit le noir. Ces couleurs accidentelles n'existent que dans l'organe fatigué, puisqu'un autre œil ne les apperçoit pas; elles ont même une apparence qui les distingue des couleurs naturelles, c'est qu'elles sont tendres, brillantes, et qu'elles paroissent être à différentes distances, selon qu'on les rapporte à des objets voisins ou éloignés.

Toutes ces expériences ont été faites sur des couleurs mattes avec des morceaux de papier ou d'étoffes colorées, mais elles réussissent encore mieux lorsqu'on les fait sur des couleurs brillantes, comme avec de l'or brillant et poli, au lieu de papier ou d'étoffe jaune; avec de l'argent brillant, au lieu de papier blanc; avec du lapis, au lieu de papier bleu, etc. l'impression de ces couleurs brillantes est plus vive et dure beaucoup plus long-tems.

Tout le monde sait qu'après avoir regardé le soleil, on porte quelquefois pendant long-tems l'image colorée de cet astre sur tous les objets ; la lumière trop vive du soleil produit en un instant ce que la lumière ordinaire des corps ne produit qu'au bout d'une minute ou deux d'application fixe de l'œil sur les couleurs ; ces images colorées du soleil que l'œil ébloui et trop fortement ébranlé porte par-tout, sont des couleurs du même genre que celles que nous venons de décrire, et l'explication de leurs apparences dépend de la même théorie.

Je n'entreprendrai pas de donner ici les idées qui me sont venues sur ce sujet ; quelqu'assuré que je sois de mes expériences, je ne suis pas assez certain des conséquences qu'on en doit tirer, pour oser rien hasarder encore sur la théorie de ces couleurs, et je me contenterai de rapporter d'autres observations qui confirment les expériences précédentes, et qui serviront sans doute à éclairer cette matière.

En regardant fixement et fort long-tems un carré d'un rouge vif sur un fond blanc, on voit d'abord naître la petite couronne de vert tendre, dont j'ai parlé ; ensuite en continuant à regarder fixement le carré rouge,

on voit le milieu du carré se décolorer, et les côtés se charger de couleur, et former comme un cadre d'un rouge plus fort et beaucoup plus foncé que le milieu : ensuite en s'éloignant un peu et continuant à regarder toujours fixement, on voit le cadre de rouge foncé se partager en deux dans les quatre côtés, et former une croix d'un rouge aussi foncé; le carré rouge paroît alors comme une fenêtre traversée dans son milieu par une grosse croisée et quatre paneaux blancs, car le cadre de cette espèce de fenêtre est d'un rouge aussi fort que la croisée : continuant toujours à regarder avec opiniâtreté, cette apparence change encore, et tout se réduit à un rectangle d'un rouge si foncé, si fort et si vif, qu'il offusque entièrement les yeux. Ce rectangle est de la même hauteur que le carré, mais il n'a pas la sixième partie de sa largeur : ce point est le dernier dégré de fatigue que l'œil peut supporter; et lorsqu'enfin on détourne l'œil de cet objet, et qu'on le porte sur un autre endroit du fond blanc, on voit au lieu du carré rouge réel, l'image du rectangle rouge imaginaire, exactement dessinée et d'une couleur verte brillante; cette impression subsiste fort long-tems, ne se décolore que

peu à peu ; elle reste dans l'œil même après l'avoir fermé. Ce que je viens de dire du carré rouge, arrive aussi lorsqu'on regarde très-long-tems un carré jaune ou noir, ou de toute autre couleur, on voit de même le cadre jaune ou noir, la croix et le rectangle; et l'impression qui reste est un rectangle bleu, si on a regardé du jaune; un rectangle blanc brillant, si on a regardé un carré noir, etc.

J'ai fait faire les expériences que je viens de rapporter à plusieurs personnes, elles ont vu comme moi les mêmes couleurs et les mêmes apparences.

Un de mes amis m'a assuré à cette occasion, qu'ayant regardé un jour une éclipse de soleil par un petit trou, il avoit porté pendant plus de trois semaines l'image colorée de cet astre sur tous les objets ; que quand il fixoit ses yeux sur du jaune brillant, comme sur une bordure dorée, il voyoit une tache pourpre, et sur du bleu comme sur un toit d'ardoises, une tache verte. J'ai moi-même souvent regardé le soleil et j'ai vu les mêmes couleurs ; mais comme je craignois de me faire mal aux yeux en regardant cet astre, j'ai mieux aimé continuer mes expériences sur des étoffes

colorées, et j'ai trouvé qu'en effet ces couleurs accidentelles changent en se mêlant avec les couleurs naturelles, et qu'elles suivent les mêmes règles pour les apparences; car lorsque la couleur verte accidentelle, produite par le rouge naturel, tombe sur un fond rouge brillant, cette couleur verte devient jaune; si la couleur accidentelle bleue, produite par le jaune vif, tombe sur un fond jaune, elle devient verte; en sorte que les couleurs qui résultent du mélange de ces couleurs accidentelles avec les couleurs naturelles, suivent les mêmes règles et ont les mêmes apparences que les couleurs naturelles dans leur composition et dans leur mélange avec d'autres couleurs naturelles.

Ces observations pourront être de quelque utilité pour la connoissance des incommodités des yeux, qui viennent probablement d'un grand ébranlement causé par l'impression trop vive de la lumière; une de ces incommodités, est de voir toujours devant ses yeux des taches colorées, des cercles blancs ou des points noirs comme des mouches qui voltigent. J'ai ouï bien des personnes se plaindre de cette espèce d'incommodité, et j'ai lu dans quelques auteurs

de médecine, que la goutte sereine est toujours précédée de ces points noirs. Je ne sais pas si leur sentiment est fondé sur l'expérience, car j'ai éprouvé moi-même cette incommodité, j'ai vu des points noirs pendant plus de trois mois en si grande quantité que j'en étois fort inquiet; j'avois apparemment fatigué mes yeux en faisant et en répétant trop souvent les expériences précédentes, et en regardant quelquefois le soleil, car les points noirs ont paru dans ce même tems, et je n'en avois jamais vu de ma vie; mais enfin ils m'incommodoient tellement, sur-tout lorsque je regardois au grand jour des objets fortement éclairés, que j'étois contraint de détourner les yeux; le jaune sur-tout m'étoit insupportable, et j'ai été obligé de changer des rideaux jaunes dans la chambre que j'habitois et d'en mettre de verts; j'ai évité de regarder toutes les couleurs trop fortes et tous les objets brillans, peu à peu le nombre des points noirs a diminué, et actuellement je n'en suis plus incommodé. Ce qui m'a convaincu que ces points noirs viennent de la trop forte impression de la lumière, c'est qu'après avoir regardé le soleil, j'ai toujours vu une image colorée que je portois plus ou moins

long-tems sur tous les objets, et suivant avec attention les différentes nuances de cette image colorée, j'ai reconnu qu'elle se décoloroit peu à peu, et qu'à la fin je ne portois plus sur les objets qu'une tache noire, d'abord assez grande, qui diminuoit ensuite peu à peu, et se réduisoit enfin à un point noir.

Je vais rapporter à cette occasion un fait qui est assez remarquable, c'est que je n'étois jamais plus incommodé de ces points noirs que quand le ciel étoit couvert de nuées blanches, ce jour me fatiguoit beaucoup plus que la lumière d'un ciel serein, et cela parce qu'en effet la quantité de lumière réfléchie par un ciel couvert de nuées blanches, est beaucoup plus grande que la quantité de lumière réfléchie par l'air pur; et qu'à l'exception des objets éclairés immédiatement par les rayons du soleil, tous les autres objets qui sont dans l'ombre, sont beaucoup moins éclairés que ceux qui le sont par la lumière réfléchie d'un ciel couvert de nuées blanches.

Avant que de terminer ce mémoire, je crois devoir encore annoncer un fait qui paroîtra peut-être extraordinaire, mais qui n'en est pas moins certain, et que je suis

fort étonné qu'on n'ait pas observé ; c'est que les ombres des corps qui par leur essence doivent être noires, puisqu'elles ne sont que la privation de la lumière, que les ombres, dis-je, sont toujours colorées au lever et au coucher du soleil ; j'ai observé pendant l'été de l'année 1743, plus de trente aurores et autant de soleils couchans, toutes les ombres qui tomboient sur du blanc, comme sur une muraille blanche, étoient quelquefois vertes, mais le plus souvent bleues, et d'un bleu aussi vif que le plus bel azur. J'ai fait voir ce phénomène à plusieurs personnes qui ont été aussi surprises que moi ; la saison n'y fait rien, car il n'y a pas huit jours (15 novembre 1743) que j'ai vu des ombres bleues, et quiconque voudra se donner la peine de regarder l'ombre de l'un de ses doigts au lever ou au coucher du soleil sur un morceau de papier blanc, verra comme moi cette ombre bleue. Je ne sache pas qu'aucun astronome, qu'aucun physicien, que personne, en un mot, ait parlé de ce phénomène, et j'ai cru qu'en faveur de la nouveauté on me permettroit de donner le précis de cette observation.

Au mois de juillet 1743, comme j'étois

occupé de mes couleurs accidentelles, et que je cherchois à voir le soleil, dont l'œil soutient mieux la lumière à son coucher qu'à toute autre heure du jour, pour reconnoître ensuite les couleurs et les changemens de couleurs causés par cette impression, je remarquai que les ombres des arbres qui tomboient sur une muraille blanche étoient vertes; j'étois dans un lieu élevé, et le soleil se couchoit dans une gorge de montagnes, en sorte qu'il me paroissoit fort abaissé au-dessous de mon horizon; le ciel étoit serein, à l'exception du couchant qui, quoiqu'exempt de nuages, étoit chargé d'un rideau transparent de vapeurs d'un jaune rougeâtre, le soleil lui-même fort rouge, et sa grandeur apparente au moins quadruple de ce qu'elle est à midi; je vis donc très-distinctement les ombres des arbres qui étoient à 20 et 30 pieds de la muraille blanche, colorés d'un vert tendre tirant un peu sur le bleu; l'ombre d'un treillage qui étoit à trois pieds de la muraille, étoit parfaitement dessinée sur cette muraille, comme si on l'avoit nouvellement peinte en vert-de-gris; cette apparence dura près de 5 minutes, après quoi la couleur s'affoiblit avec la lumière du soleil, et ne disparut entièrement

qu'avec les ombres. Le lendemain, au lever du soleil, j'allai regarder d'autres ombres sur une muraille blanche, mais au lieu de les trouver vertes, comme je m'y attendois, je les trouvai bleues ou plutôt de la couleur de l'indigo le plus vif; le ciel étoit serein, et il n'y avoit qu'un petit rideau de vapeurs jaunâtres au levant, le soleil se levoit sur une colline, en sorte qu'il me paroissoit élevé au dessus de mon horizon, les ombres bleues ne durèrent que trois minutes, après quoi elles me parurent noires; le même jour je revis au coucher du soleil les ombres vertes, comme je les avois vues la veille. Six jours se passèrent ensuite sans pouvoir observer les ombres au coucher du soleil, parce qu'il étoit toujours couvert de nuages; le septième jour je vis le soleil à son coucher, les ombres n'étoient plus vertes, mais d'un beau bleu d'azur : je remarquai que les vapeurs n'étoient pas fort abondantes, et que le soleil ayant avancé pendant sept jours, se couchoit derrière un rocher qui le faisoit disparoître avant qu'il pût s'abaisser au dessous de mon horizon. Depuis ce tems j'ai très-souvent observé les ombres, soit au lever, soit au coucher du soleil, et je ne les ai vues que bleues, quel-

quefois d'un bleu fort vif, d'autres fois d'un bleu pâle, d'un bleu foncé, mais constamment bleues.

Ce mémoire a été imprimé dans ceux de l'académie royale des sciences, année 1743. Voici ce que je crois devoir y ajouter aujourd'hui (année 1773).

Des observations plus fréquentes m'ont fait reconnoître que les ombres ne paroissent jamais vertes au lever ou au coucher du soleil, que quand l'horizon est chargé de beaucoup de vapeurs rouges; dans tout autre cas, les ombres sont toujours bleues, et d'autant plus bleues que le ciel est plus serein. Cette couleur bleue des ombres n'est autre chose que la couleur même de l'air, et je ne sais pourquoi quelques physiciens ont défini l'air *un fluide invisible* (1), *inodore*, *insipide*, puisqu'il est certain que l'azur céleste n'est autre chose que la couleur de l'air; qu'à la vérité il faut une grande épaisseur d'air, pour que notre œil s'aperçoive de la couleur de cet élément, mais que néanmoins lorsqu'on regarde de loin des objets sombres, on les voit toujours plus ou moins bleus. Cette observation que les physiciens n'avoient pas

(1) Dictionnaire de chimie, article de l'Air.

l'appui de cette explication, mais je pense que ce que je viens de dire, est suffisant pour que les bons esprits l'entendent et en soient satisfaits.

Je crois devoir citer ici quelques faits observés par M. l'abbé Millot, ancien grand-vicaire de Lyon, qui a eu la bonté de me les communiquer par ses lettres des 18 août 1754 et 10 février 1755, dont voici l'extrait. « Ce n'est pas seulement au lever et au coucher du soleil, que les ombres se colorent. A midi, le ciel étant couvert de nuages, excepté en quelques endroits, vis-à-vis d'une de ces ouvertures que laissoient entr'eux les nuages, j'ai fait tomber des ombres d'un fort beau bleu sur du papier blanc, à quelques pas d'une fenêtre. Les nuages s'étant joints, le bleu disparut. J'ajouterai en passant, que plus d'une fois j'ai vu l'azur du ciel se peindre, comme dans un miroir, sur une muraille où la lumière tomboit obliquement. Mais voici d'autres observations plus importantes, à mon avis; avant que d'en faire le détail, je suis obligé de tracer la topographie de ma chambre : elle est à un troisième étage; la fenêtre, près d'un angle au couchant, la porte presque vis-à-vis. Cette porte donne dans une galerie, au bout de

laquelle

laquelle, à deux pas de distance, est une fenêtre située au midi. Les jours des deux fenêtres se réunissent, la porte étant ouverte contre une des murailles; et c'est-là que j'ai vu des ombres colorées, presqu'à toute heure; mais principalement sur les dix heures du matin. Les rayons du soleil que la fenêtre de la galerie reçoit encore obliquement, ne tombent point par celle de la chambre, sur la muraille dont je viens de parler.

» Je place à quelques pouces de cette muraille des chaises de bois à dossier percé. Les ombres en sont alors de couleurs quelquefois très-vives. J'en ai vu qui, quoique projetées du même côté, étoient l'une d'un vert foncé, l'autre d'un bel azur. Quand la lumière est tellement ménagée, que les ombres soient également sensibles de part et d'autre, celle qui est opposée à la fenêtre de la chambre est ou bleue ou violette; l'autre tantôt verte, tantôt jaunâtre. Celle-ci est accompagnée d'une espèce de pénombre bien colorée, qui forme comme une double bordure bleue d'un côté, et de l'autre verte ou rouge ou jaune, selon l'intensité de la lumière. Que je ferme les volets de ma fenêtre, les couleurs de cette pénombre n'en ont souvent que plus

d'éclat ; elles disparoissent si je ferme la porte à moitié. Je dois ajouter que le phénomène n'est pas à beaucoup près si sensible en hiver. Ma fenêtre est au couchant d'été ; je fis mes premières expériences dans cette saison, dans un tems où les rayons du soleil tomboient obliquement sur la muraille qui fait angle avec celle où les ombres se coloroient ».

On voit par ces observations de M. l'abbé Millot, qu'il suffit que la lumière du soleil tombe très-obliquement sur une surface, pour que l'azur du ciel, dont la lumière tombe toujours directement, s'y peigne et colore les ombres. Mais les autres apparences dont il fait mention, ne dépendent que de la position des lieux et d'autres circonstances accessoires.

INTRODUCTION
A
L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

HUITIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la pesanteur du feu, et sur la durée de l'incandescence.

JE crois devoir rappeler ici quelques-unes des choses que j'ai dites dans l'introduction qui précède ces mémoires, afin que ceux qui ne les auroient pas bien présentes, puissent néanmoins entendre ce qui fait l'objet de celui-ci. Le feu ne peut guère exister sans lumière et jamais sans chaleur, tandis que la lumière existe souvent sans chaleur sensible, comme la chaleur existe encore plus souvent sans lumière; l'on peut donc considérer la lumière et la chaleur comme deux propriétés du feu, ou plutôt comme les deux seuls effets par lesquels nous le reconnoissons; mais nous avons montré que ces deux effets ou ces deux propriétés ne sont pas

toujours essentiellement liés ensemble, que souvent ils ne sont ni simultanés ni contemporains, puisque dans de certaines circonstances on sent de la chaleur long-tems avant que la lumière paroisse, et que dans d'autres circonstances on voit de la lumière long-tems avant de sentir de la chaleur, et même souvent sans en sentir aucune, et nous avons dit que pour raisonner juste sur la nature du feu, il falloit auparavant tâcher de reconnoître celle de la lumière et celle de la chaleur, qui sont les principes réels dont l'élément du feu nous paroît être composé.

Nous avons vu que la lumière est une matière mobile, élastique et pesante, c'est-à-dire, susceptible d'attraction, comme toutes les autres matières; on a démontré qu'elle est mobile, et même on a déterminé le dégré de sa vîtesse immense par le très-petit tems qu'elle emploie à venir des satellites de Jupiter jusqu'à nous. On a reconnu son élasticité qui est presque infinie par l'égalité de l'angle de son incidence et de celui de sa réflexion; enfin sa pesanteur, ou ce qui revient au même, son attraction vers les autres matières, est aussi démontrée par l'inflexion qu'elle souffre toutes les fois

qu'elle passe auprès des autres corps. On ne peut donc pas douter que la substance de la lumière ne soit une vraie matière, laquelle indépendamment de ses qualités propres et particulières, a aussi les propriétés générales et communes à toute autre matière. Il en est de même de la chaleur, c'est une matière qui ne diffère pas beaucoup de celle de la lumière, et ce n'est peut-être que la lumière elle-même qui, quand elle est très-forte ou réunie en grande quantité, change de forme, diminue de vîtesse, et au lieu d'agir sur le sens de la vue, affecte les organes du toucher. On peut donc dire que relativement à nous, la chaleur n'est que le toucher de la lumière, et qu'en elle-même la chaleur n'est qu'un des effets du feu sur les corps, effet qui se modifie suivant les différentes substances, et produit dans toutes une dilatation, c'est-à-dire, une séparation de leurs parties constituantes. Et lorsque par cette dilatation ou séparation, chaque partie se trouve assez éloignée de ses voisines pour être hors de leur sphère d'attraction, les matières solides qui n'étoient d'abord que dilatées par la chaleur, deviennent fluides, et ne peuvent reprendre leur solidité qu'autant que la chaleur se dissipe, et permet

aux parties désunies de se rapprocher et se joindre d'aussi près qu'auparavant (1).

Ainsi toute fluidité a la chaleur pour cause ; et toute dilatation dans les corps doit être regardée comme une fluidité commençante ; or nous avons trouvé par l'expérience, que les tems du progrès de la chaleur dans les corps, soit pour l'entrée, soit pour la sortie, sont toujours en raison de leur fluidité ou de leur fusibilité, et il doit s'ensuivre que leurs dilatations respectives doivent être en même raison. Je n'ai pas eu besoin de tenter de nouvelles expériences pour m'assurer de la vérité de

---

(1) Je sais que quelques chimistes prétendent que les métaux rendus fluides par le feu, ont plus de pesanteur spécifique que quand ils sont solides ; mais j'ai de la peine à le croire, car il s'ensuivroit que leur état de dilatation où cette pesanteur spécifique est moindre, ne seroit pas le premier dégré de leur état de fusion, ce qui néanmoins paroît indubitable. L'expérience sur laquelle ils fondent leur opinion, c'est que le métal en fusion supporte le même métal solide, et qu'on le voit nager à la surface du métal fondu : mais je pense que cet effet ne vient que de la répulsion causée par la chaleur, et ne doit point être attribué à la pesanteur spécifique plus grande du métal en fusion ; je suis au contraire très-persuadé qu'elle est moindre que celle du métal solide.

cette conséquence générale ; M. Musschenbroek en ayant fait de très-exactes sur la dilatation de différens métaux, j'ai comparé ses expériences avec les miennes, et j'ai vu, comme je m'y attendois, que les corps les plus lents à recevoir et perdre la chaleur, sont aussi ceux qui se dilatent le moins promptement, et que ceux qui sont les plus prompts à s'échauffer et à se refroidir, sont ceux qui se dilatent le plus vîte : en sorte qu'à commencer par le fer qui est le moins fluide de tous les corps, et finir par le mercure qui est le plus fluide, la dilatation dans toutes les différentes matières, se fait en même raison que le progrès de la chaleur dans ces mêmes matières.

Lorsque je dis que le fer est le plus solide, c'est-à-dire, le moins fluide de tous les corps, je n'avance rien que l'expérience ne m'ait jusqu'à présent démontré ; cependant il pourroit se faire que la platine, comme je l'ai remarqué ci-devant, étant encore moins fusible que le fer, la dilatation y seroit moindre, et le progrès de la chaleur plus lent que dans le fer ; mais je n'ai pu avoir de ce minéral qu'en grenaille, et pour faire l'expérience de sa fusibilité et la comparer à celle des autres métaux, il faudroit

en avoir une masse d'un pouce de diamètre, trouvée dans la mine même ; toute la platine que j'ai pu trouver en masse, a été fondue par l'addition d'autres matières, et n'est pas assez pure pour qu'on puisse s'en servir à des expériences qu'on ne doit faire que sur des matières pures et simples ; et celle que j'ai fait fondre moi-même sans addition, étoit encore en trop petit volume pour pouvoir la comparer exactement.

Ce qui me confirme dans cette idée, que la platine pourroit être l'extrême en *non fluidité* de toutes les matières connues, c'est la quantité de fer pur qu'elle contient, puisqu'elle est presque toute attirable par l'aimant ; ce minéral, comme je l'ai dit, pourroit donc bien n'être qu'une matière ferrugineuse plus condensée et spécifiquement plus pesante que le fer ordinaire, intimement unie avec une grande quantité d'or (1), et par conséquent étant moins fusible que le fer, recevoir encore plus difficilement la chaleur.

De même lorsque je dis que le mercure est le plus fluide de tous les corps, je n'en-

---

(1) Voyez dans le volume précédent mes notes sur le troisième mémoire. SONNINI.

tends que les corps sur lesquels on peut faire des expériences exactes, car, je n'ignore pas, puisque tout le monde le sait, que l'air ne soit encore beaucoup plus fluide que le mercure; et en cela même la loi que j'ai donnée sur les progrès de la chaleur est encore confirmée; car, l'air s'échauffe et se refroidit, pour ainsi dire, en un instant, il se condense par le froid, et se dilate par la chaleur plus qu'aucun autre corps, et néanmoins le froid le plus excessif ne le condense pas assez pour lui faire perdre sa fluidité, tandis que le mercure perd la sienne à 187 dégrés de froid au dessous de la congélation de l'eau, et pourroit la perdre à un dégré de froid beaucoup moindre si on le réduisoit en vapeur. Il subsiste donc encore un peu de chaleur au dessous de ce froid excessif de 187 dégrés, et par conséquent le dégré de la congélation de l'eau, que tous les constructeurs de thermomètres ont regardé comme la limite de la chaleur et comme un terme où l'on doit la supposer égale à zéro, est au contraire un dégré réel de l'échelle de la chaleur, dégré où non seulement la quantité de chaleur subsistante n'est pas nulle, mais où cette quantité de chaleur est très-considérable, puisque c'est à peu

près le point milieu entre le dégré de la congélation du mercure et celui de la chaleur nécessaire pour fondre le bismuth, qui est de 190 dégrés, lequel ne diffère guère de 187 au dessus du terme de la glace, que comme l'autre en diffère au dessous.

Je regarde donc la chaleur comme une matière réelle qui doit avoir son poids, comme toute autre matière, et j'ai dit en conséquence que pour reconnoître si le feu a une pesanteur sensible, il faudroit faire l'expérience sur des grandes masses pénétrées de feu, et les peser dans cet état, et qu'on trouveroit peut-être une différence assez sensible pour qu'on en pût conclure la pesanteur du feu ou de la chaleur qui m'en paroît être la substance la plus matérielle : la lumière et la chaleur, sont les deux élémens matériels du feu, ces deux élémens réunis ne sont que le feu même, et ces deux matières nous affectent chacune sous leur forme propre, c'est-à-dire, d'une manière différente. Or, comme il n'existe aucune forme sans matière, il est clair que quelque subtile qu'on suppose la substance de la lumière, de la chaleur ou du feu, elle est sujette comme toute autre matière à la loi générale de l'attraction universelle :

car, comme nous l'avons dit, quoique la lumière soit douée d'un ressort presque parfait, et que par conséquent ses parties tendent avec une force presque infinie à s'éloigner des corps qui la produisent; nous avons démontré que cette force expansive ne détruit pas celle de la pesanteur; on le voit par l'exemple de l'air qui est très-élastique, et dont les parties tendant avec force à s'éloigner les unes des autres, ne laisse pas d'être pesant; ainsi la force par laquelle les parties de l'air ou du feu tendent à s'éloigner et s'éloignent en effet les unes des autres, ne fait que diminuer la masse, c'est-à-dire, la densité de ces matières, et leur pesanteur sera toujours proportionnelle à cette densité : si donc l'on vient à bout de reconnoître la pesanteur du feu par l'expérience de la balance, on pourra peut-être quelque jour en déduire la densité de cet élément, et raisonner ensuite sur la pesanteur et l'élasticité du feu, avec autant de fondement que sur la pesanteur et l'élasticité de l'air.

J'avoue que cette expérience qui ne peut être faite qu'en grand, paroît d'abord assez difficile, parce qu'une forte balance, et telle qu'il la faudroit pour supporter plusieurs

milliers, ne pourroit être assez sensible pour indiquer une petite différence qui ne seroit que de quelques gros. Il y a ici, comme en tout, un *maximum* de précision, qui probablement ne se trouve ni dans la plus petite, ni dans la plus grande balance possible. Par exemple, je crois que si dans une balance avec laquelle on peut peser une livre, l'on arrive à un point de précision d'un douzième de grain, il n'est pas sûr qu'on pût faire une balance pour peser dix milliers, qui pencheroit aussi sensiblement pour une once, 3 gros, 41 grains, ce qui est la différence proportionnelle de 1 à 10,000, ou qu'au contraire, si cette grosse balance indiquoit clairement cette différence, la petite balance n'indiqueroit pas également bien celle d'un douzième de grain; et que par conséquent nous ignorons quelle doit être pour un poids donné la balance la plus exacte.

Les personnes qui s'occupent de physique expérimentale, devroient faire la recherche de ce problême, dont la solution, qu'on ne peut obtenir que par l'expérience, donneroit le *maximum* de précision de toutes les balances. L'un des plus grands moyens d'avancer les sciences, c'est d'en perfec-

tionner les instrumens. Nos balances le sont assez pour peser l'air, avec un dégré de perfection de plus, on viendoit à bout de peser le feu et même la chaleur.

Les boulets rouges de quatre pouces et demi, et de cinq pouces de diamètre, que j'avois laissé refroidir dans ma balance (1), avoient perdu sept, huit et dix grains chacun, en se refroidissant; mais plusieurs raisons m'ont empêché de regarder cette petite diminution, comme la quantité réelle du poids de la chaleur. Car, 1°. le fer, comme on l'a vu par le résultat de mes expériences, est une matière que le feu dévore, puisqu'il la rend spécifiquement plus légère, ainsi l'on peut attribuer cette diminution de poids à l'évaporation des parties du fer enlevées par le feu. 2°. Le fer jette des étincelles en grande quantité, lorsqu'il est rougi à blanc, il en jette encore quelques-unes, lorsqu'il n'est que rouge, et ces étincelles sont des parties de matières dont il faut défalquer le poids de celui de la diminution totale; et comme il n'est pas possible de recueillir toutes ces étincelles, ni d'en con-

---

(1) Voyez les expériences du premier mémoire, tome IV, page 337 et suiv.

noître le poids, il n'est pas possible non plus de savoir combien cette perte diminue la pesanteur des boulets. 3°. Je me suis apperçu que le fer demeure rouge et jette de petites étincelles, bien plus long-tems qu'on ne l'imagine; car, quoiqu'au grand jour, il perde sa lumière, et paroisse noir au bout de quelques minutes, si on le transporte dans un lieu obscur, on le voit lumineux, et on apperçoit les petites étincelles qu'il continue de lancer, pendant quelques autres minutes. 4°. Enfin les expériences sur les boulets me laissoient quelque scrupule, parce que la balance dont je me servois alors, quoique bonne, ne me paroisssoit pas assez précise, pour saisir au juste le poids réel d'une matière aussi légère que le fèu. Ayant donc fait construire une balance, capable de porter aisément cinquante livres de chaque côté, à l'exécution de laquelle M. le Roi, de l'académie des sciences, a bien voulu, à ma prière, donner toute l'attention nécessaire, j'ai eu la satisfaction de reconnoître à peu près la pesanteur relative du feu. Cette balance chargée de cinquante livres de chaque côté, penchoit assez sensiblement par l'addition de vingt-quatre grains; et chargée de vingt-cinq livres, elle

penchoit par l'addition de huit grains seulement.

Pour rendre cette balance plus ou moins sensible, M. le Roi a fait visser sur l'aiguille une masse de plomb, qui, s'élevant et s'abaissant, change le centre de gravité; de sorte qu'on peut augmenter de près de moitié la sensibilité de la balance. Mais par le grand nombre d'expériences que j'ai faites de cette balance et de quelques autres, j'ai reconnu, qu'en général, plus une balance est sensible, et moins elle est *sage*; les caprices, tant au physique qu'au moral, semblent être des attributs inséparables de la grande sensibilité. Les balances très-sensibles sont si capricieuses, qu'elles ne parlent jamais de la même façon. Aujourd'hui, elles vous indiquent le poids, à un millième près, et demain, elles ne le donnent qu'à une moitié, c'est-à-dire, à un cinq-centième près, au lieu d'un millième. Une balance moins sensible est plus constante, plus fidèle; et tout considéré, il vaut mieux pour l'usage froid qu'on fait d'une balance, la choisir sage, que de la prendre ou la rendre trop sensible.

Pour peser exactement des masses pénétrées de feu, j'ai commencé par faire garnir de tôle les bassins de cuivre et les chaînes

de la balance, afin de ne les pas endommager, et après en avoir bien établi l'équilibre à son moindre dégré de sensibilité, j'ai fait porter sur l'un des bassins, une masse de fer rougi à blanc, qui provenoit de la seconde chaude qu'on donne à l'affinerie après avoir battu au marteau la loupe qu'on appelle *renard ;* je fais cette remarque, parce que mon fer, dès cette seconde chaude, ne donne presque plus de flamme, et ne paroît pas se consumer comme il se consume et brûle à la première chaude, et que quoiqu'il soit blanc de feu, il ne jette qu'un petit nombre d'étincelles avant d'être mis sous le marteau.

I.

Une masse de fer rougi à blanc, s'est trouvée peser précisément 49 livres 9 onces: l'ayant enlevée doucement du bassin de la balance et posée sur une pièce d'autre fer, où on la laissoit refroidir sans la toucher, elle s'est trouvée, après son refroidissement, au dégré de la température de l'air, qui étoit alors celui de la congélation, ne peser que 49 livres 7 onces juste, ainsi elle a perdu 2 onces pendant son refroidissement; on observera qu'elle ne jetoit aucune étincelle,

aucune

aucune vapeur assez sensible pour ne devoir pas être regardée comme la pure émanation du feu. Ainsi l'on pourroit croire que la quantité de feu contenue dans cette masse de 49 livres 9 onces, étant de 2 onces, elle formoit environ $\frac{1}{396}$ ou $\frac{1}{397}$ du poids de la masse totale. On a remis ensuite cette masse refroidie au feu de l'affinerie, et l'ayant fait chauffer à blanc comme la première fois, et porter au marteau, elle s'est trouvée, après avoir été mallée et refroidie, ne peser que 47 livres 12 onces 3 gros : ainsi le déchet de cette chaude, tant au feu qu'au marteau, étoit de 1 livre 10 onces 5 gros; et ayant fait donner une seconde et une troisième chaude à cette pièce pour achever la barre, elle ne pesoit plus que 43 livres 7 onces 7 gros ; ainsi son déchet total, tant par l'évaporation du feu, que par la purification du fer à l'affinerie et sous le marteau, s'est trouvé de 6 livres 1 once 1 gros, sur 49 livres 9 onces, ce qui ne va pas tout-à-fait au huitième.

Une seconde pièce de fer, prise de même au sortir de l'affinerie à la première chaude et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 38 livres 15 onces 5 gros 36 grains,

et ensuite pesée froide, de 38 livres 14 onces 36 grains ; ainsi elle a perdu 1 once 5 gros en se refroidissant, ce qui fait environ $\frac{1}{584}$ du poids total de sa masse.

Une troisième pièce de fer, prise de même au sortir du feu de l'affinerie, après la première chaude, et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 45 livres 12 onces 6 gros, et pesée froide, de 45 livres 11 onces 2 gros ; ainsi elle a perdu 1 once 4 gros en se refroidissant, ce qui fait environ $\frac{1}{489}$ de son poids total.

Une quatrième pièce de fer, prise de même après la première chaude et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 48 livres 11 onces 6 gros, et pesée après son refroidissement, de 48 livres 10 onces juste; ainsi elle a perdu en se refroidissant 14 gros, ce qui fait environ $\frac{1}{447}$ du poids de sa masse totale.

Enfin une cinquième pièce de fer, prise de même après la première chaude et pesée rouge-blanc, s'est trouvée du poids de 49 livres 11 onces, et pesée après son refroidissement, de 49 livres 9 onces 1 gros ; ainsi elle a perdu en se refroidissant 15 gros, ce qui fait $\frac{1}{424}$ du poids total de sa masse.

En réunissant les résultats des cinq ex-

périences, pour en prendre la mesure commune, on peut assurer que le fer chauffé à blanc, et qui n'a reçu que deux volées de coups de marteau, perd en se refroidissant $\frac{1}{428}$ de sa masse.

II.

Une pièce de fer qui avoit reçu quatre volées de coups de marteau, et par conséquent toutes les chaudes nécessaires pour être entièrement et parfaitement forgée, et qui pesoit 14 livres 4 gros, ayant été chauffée à blanc, ne pesoit plus que 13 livres 12 onces dans cet état d'incandescence, et 13 livres onze onces 4 gros après son entier refroidissement. D'où l'on peut conclure que la quantité de feu dont cette pièce de fer étoit pénétrée, faisoit $\frac{1}{440}$ de son poids total.

Une seconde pièce de fer entièrement forgée et de même qualité que la précédente, pesoit froide 13 livres 7 onces 6 gros, chauffée à blanc 13 livres 6 onces 7 gros, et refroidie 13 livres 6 onces 3 gros; ce qui donne $\frac{1}{450}$ à très-peu près dont elle a diminué en se refroidissant.

Une troisième pièce de fer, forgée de même que les précédentes, pesoit froide

13 livres un gros, et chauffée au dernier dégré, en sorte qu'elle étoit non seulement blanche, mais bouillonnante et petillante de feu, s'est trouvée peser 12 livres 9 onces 7 gros dans cet état d'incandescence, et refroidie à la température actuelle, qui étoit de 16 dégrés au dessus de la congélation, elle ne pesoit plus que 12 livres 9 onces 3 gros, ce qui donne $\frac{1}{404}$ à très-peu près pour la quantité qu'elle a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences, on peut assurer que le fer parfaitement forgé et de la meilleure qualité, chauffé à blanc, perd en se refroidissant environ $\frac{1}{425}$ de sa masse.

I I I.

Un morceau de fer en gueuse, pesé très-rouge, environ 20 minutes après sa coulée, s'est trouvé du poids de 33 livres 10 onces, et lorsqu'il a été refroidi, il ne pesoit plus que 33 livres 9 onces; ainsi il a perdu une once, c'est-à-dire, $\frac{1}{538}$ de son poids ou masse totale en se refroidissant.

Un second morceau de fonte pris de même très-rouge, pesoit 22 livres 8 onces 3 gros,

et lorsqu'il a été refroidi il ne pesoit plus que 22 livres 7 onces 5 gros, ce qui donne $\frac{1}{480}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un troisième morceau de fonte qui pesoit chaud 16 livres 6 onces 3 gros $\frac{1}{2}$, ne pesoit que 16 livres 5 onces 7 gros $\frac{1}{2}$ lorsqu'il fut refroidi, ce qui donne $\frac{1}{525}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Prenant le terme moyen des résultats de ces trois expériences, sur la fonte pesée chaude couleur de cerise, on peut assurer qu'elle perd, en se refroidissant environ $\frac{1}{514}$ de sa masse, ce qui fait une moindre diminution que celle du fer forgé; mais la raison en est, que le fer forgé a été chauffé à blanc dans toutes nos expériences, au lieu que la fonte n'étoit que d'un rouge couleur de cerise, lorsqu'on l'a pesée, et que par conséquent elle n'étoit pas pénétrée d'autant de feu que le fer : car on observera qu'on ne peut chauffer à blanc la fonte de fer, sans l'enflammer et la brûler en partie, en sorte que je me suis déterminé à la faire peser seulement rouge et au moment où elle vient de prendre sa consistance dans le moule, au sortir du fourneau de fusion.

IV.

On a pris sur la dame du fourneau, des morceaux du laitier le plus pur, et qui formoit du très-beau verre de couleur verdâtre.

Le premier morceau pesoit chaud 6 livres 14 onces 2 gros $\frac{1}{2}$, et refroidi, il ne pesoit que 6 livres 14 onces 1 gros, ce qui donne $\frac{1}{588}$ pour la quantité qu'il a perdue en se refroidissant.

Un second morceau de laitier, semblable au précédent, a pesé chaud 5 livres 8 onces 6 gros $\frac{1}{4}$, et refroidi, 5 livres 8 onces 5 gros ce qui donne $\frac{1}{568}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un troisième morceau pris de même sur la dame du fourneau, mais un peu moins ardent que le précédent, a pesé chaud 4 livres 7 onces 4 gros $\frac{1}{2}$, et refroidi, 4 livres 7 onces 3 gros $\frac{1}{2}$, ce qui donne $\frac{1}{572}$ pour la quantité dont il a diminué en se refroidissant.

Un quatrième morceau de laitier qui étoit de verre solide et pur, et qui pesoit froid 2 livres 14 onces 1 gros, ayant été chauffé jusqu'au rouge couleur de feu, s'est trouvé peser 2 livres 14 onces 1 gros $\frac{2}{3}$; ensuite, après son refroidissement, il a pesé, comme

avant d'avoir été chauffé, 2 livres 14 onces 1 gros juste, ce qui donne $\frac{1}{553\frac{1}{2}}$ pour le poids de la quantité de feu dont il étoit pénétré.

Prenant le terme des résultats de ces quatre expériences sur le verre, pesé chaud couleur de feu, on peut assurer qu'il perd, en se refroidissant, $\frac{1}{570}$, ce qui me paroît être le vrai poids du feu, relativement au poids total des matières qui en sont pénétrées, car ce verre ou laitier ne se brûle, ni ne se consume au feu; il ne perd rien de son poids, et se trouve seulement peser $\frac{1}{570}$ de plus, lorsqu'il est pénétré de feu.

V.

J'ai tenté plusieurs expériences semblables sur le grès, mais elles n'ont pas si bien réussi. La plupart des espèces de grès s'égrénant au feu, on ne peut les chauffer qu'à demi, et ceux qui sont assez durs et d'une assez bonne qualité, pour supporter, sans s'égréner, un feu violent, se couvrent d'émail; il y a d'ailleurs, dans presque tous, des espèces de clous noirs et ferrugineux, qui brûlent dans l'opération. Le seul fait certain que j'ai pu tirer de sept expériences sur différens morceaux de grès dur, c'est qu'il ne gagne rien

au feu, et qu'il n'y perd que très-peu. J'avois déjà trouvé la même chose par les expériences rapportées dans le premier mémoire.

De toutes ces expériences, je crois qu'on doit conclure :

1°. Que le feu a, comme toute autre matière, une pesanteur réelle, dont on peut connoître le rapport à la balance dans les substances qui, comme le verre, ne peuvent être altérées par son action, et dans lesquelles il ne fait, pour ainsi dire, que passer, sans y rien laisser et sans en rien enlever.

2°. Que la quantité de feu nécessaire, pour rougir une masse quelconque, et lui donner sa couleur et sa chaleur, pèse $\frac{1}{570}$, ou si l'on veut, une six-centième partie de cette masse, en sorte que, si elle pèse froide 600 livres, elle pèsera chaude 601 livres, lorsqu'elle sera rouge couleur de feu.

3°. Que dans les matières qui, comme le fer, sont susceptibles d'un plus grand dégré de feu, et peuvent être chauffées à blanc, sans se fondre, la quantité de feu dont elles sont alors pénétrées, est environ d'un sixième plus grande ; en sorte que sur 500 livres de fer, il se trouve une livre de feu, nous

avons même trouvé plus, par les expériences précédentes, puisque leur résultat commun donne $\frac{1}{425}$; mais il faut observer que le fer, ainsi que toutes les substances métalliques, se consume un peu, en se refroidissant, et qu'il diminue, toutes les fois qu'on y applique le feu : cette différence entre $\frac{1}{500}$ et $\frac{1}{425}$, provient donc de cette diminution ; le fer qui perd une quantité très-sensible dans le feu, continue à perdre un peu, tant qu'il en est pénétré, et par conséquent sa masse totale se trouve plus diminuée que celle du verre, que le feu ne peut consumer, ni brûler, ni volatiliser.

Je viens de dire qu'il en est de toutes les substances métalliques comme du fer, c'est-à-dire, que toutes perdent quelque chose par la longue ou la violente action du feu, et je puis le prouver par des expériences incontestables sur l'or et sur l'argent, qui, de tous les métaux, sont les plus fixes et les moins sujets à être altérés par le feu. J'ai exposé au foyer du miroir ardent des plaques d'argent pur, et des morceaux d'or aussi pur, je les ai vu fumer abondamment et pendant un très-long-tems, il n'est donc pas douteux que ces métaux ne perdent quelque chose de leur substance par l'application du feu ; et

j'ai été informé depuis, que cette matière, qui s'échappe de ces métaux et s'élève en fumée, n'est autre chose que le métal même volatilisé, puisqu'on peut dorer ou argenter à cette fumée métallique les corps qui la reçoivent.

Le feu, sur-tout appliqué long-tems, volatilise donc peu à peu ces métaux qu'il semble ne pouvoir ni brûler, ni détruire d'aucune autre manière, et en les volatilisant il n'en change pas la nature, puisque cette fumée qui s'en échappe est encore du métal qui conserve toutes ses propriétés. Or il ne faut pas un feu bien violent pour produire cette fumée métallique ; elle paroît à un dégré de chaleur au dessous de celui qui est nécessaire pour la fusion de ces métaux ; c'est de cette même manière que l'or et l'argent se sont sublimés dans le sein de la terre, ils ont d'abord été fondus par la chaleur excessive du premier état du globe, où tout étoit en liquéfaction ; et ensuite la chaleur moins forte, mais constante, de l'intérieur de la terre les a volatilisés, et a poussé ces fumées métalliques jusqu'au sommet des plus hautes montagnes, où elles se sont accumulées en grains ou attachées en vapeurs aux sables et aux autres matières

dans lesquelles on les trouve aujourd'hui. Les paillettes d'or que l'eau roule avec les sables, tirent leur origine, soit des masses d'or fondues par le feu primitif, soit des surfaces dorées par cette sublimation, desquelles l'action de l'air et de l'eau les détache et les sépare.

Mais revenons à l'objet immédiat de nos expériences : il me paroît qu'elles ne laissent aucun doute sur la pesanteur réelle du feu, et qu'on peut assurer en conséquence de leurs résultats, que toute matière solide pénétrée de cet élément, autant qu'elle peut l'être par l'application que nous savons en faire, est au moins d'une six-centième partie plus pesante que dans l'état de la température actuelle, et qu'il faut une livre de matière ignée pour donner à 600 livres de toute autre matière l'état d'incandescence jusqu'au rouge couleur de feu, et environ une livre sur 500, pour que l'incandescence soit jusqu'au blanc ou jusqu'à la fusion ; en sorte que le fer chauffé à blanc ou le verre en fusion, contiennent dans cet état $\frac{1}{500}$ de matière ignée dont leur propre substance est pénétrée.

Mais cette grande vérité qui paroîtra nou-

velle aux physiciens, et de laquelle on pourra tirer des conséquences utiles, ne nous apprend pas encore ce qu'il seroit cependant le plus important de savoir; je veux dire le rapport de la pesanteur du feu à la pesanteur de l'air ou de la matière ignée à celle des autres matières. Cette recherche suppose de nouvelles découvertes auxquelles je ne suis pas parvenu, et dont je n'ai donné que quelques indications dans mon Traité des Élémens. Car quoique nous sachions par mes expériences, qu'il faut une cinq-centième partie de matière ignée pour donner à toute autre matière l'état de la plus forte incandescence, nous ne savons pas à quel point cette matière ignée y est condensée, comprimée, ni même accumulée, parce que nous n'avons jamais pu la saisir dans un état constant pour la peser ou la mesurer; en sorte que nous n'avons point d'unité à laquelle nous puissions rapporter la mesure de l'état d'incandescence.

Tout ce que j'ai donc pu faire à la suite de mes expériences, c'est de rechercher combien il falloit consommer de matière combustible, pour faire entrer dans une masse de matière solide cette quantité de matière ignée, qui est la cinq-centième partie de la

masse en incandescence, et j'ai trouvé par des essais réitérés, qu'il falloit brûler 300 livres de charbon au vent de deux soufflets de dix pieds de longueur, pour chauffer à blanc une pièce de fonte de fer de 500 livres pesant. Mais comment mesurer, ni même estimer à peu près la quantité totale du feu, produite par ces 300 livres de matière combustible? Comment pouvoir comparer la quantité de feu qui se perd dans les airs avec celle qui s'attache à la pièce de fer, et qui pénètre dans toutes les parties de sa substance? Il faudroit pour cela bien d'autres expériences, ou plutôt, il faut un art nouveau dans lequel je n'ai pu faire que les premiers pas.

VI.

J'ai fait quelques expériences, pour reconnoître combien il faut de tems aux matières qui sont en fusion, pour prendre leur consistance, et passer de l'état de fluidité à celui de la solidité; combien de tems il faut pour que la surface prenne sa consistance; combien il en faut de plus, pour produire cette même consistance à l'intérieur, et savoir par conséquent combien le centre d'un globe, dont la surface seroit consistante et

même refroidie à un certain point, pourroit néanmoins être de tems dans l'état de liquéfaction : voici ces expériences.

SUR LE FER.

N°. 1. Le 29 juillet, à 5 heures 43 minutes, moment auquel la fonte de fer a cessé de couler, on a observé que la gueuse a pris de la consistance sur sa face supérieure en 3 minutes à sa tête, c'est-à-dire, à la partie la plus éloignée du fourneau, et en 5 minutes à sa queue, c'est-à-dire, à la partie la plus voisine du fourneau; l'ayant alors fait soulever du moule, et casser en cinq endroits, on n'a vu aucune marque de fusibilité intérieure, dans les quatre premiers morceaux; seulement dans le morceau cassé le plus près du fourneau, la matière s'est trouvée intérieurement molle, et quelques parties se sont attachées au bout d'un petit ringard, à 5 heures 55 minutes, c'est-à-dire, 12 minutes après la fin de la coulée; on a conservé ce morceau numéroté, ainsi que les suivans.

N°. 2. Le lendemain, 30 juillet, on a coulé une autre gueuse à 8 heures 1 minute, et à 8 heures 4 minutes, c'est à-dire, 3 mi-

nutes après, la surface de sa tête étoit consolidée; et en ayant fait casser deux morceaux; il est sorti de leur intérieur une petite quantité de fonte coulante; à 8 heures 7 minutes, il y avoit encore dans l'intérieur des marques évidentes de fusion; en sorte que la surface a pris consistance en 3 minutes, et l'intérieur ne l'avoit pas encore prise en 6 minutes.

N°. 3. Le 31 juillet, la gueuse a cessé de couler à midi 35 minutes, sa surface, dans la partie du milieu, avoit pris sa consistance à 39 minutes, c'est-à-dire, en 4 minutes, et l'ayant cassé dans cet endroit, à midi 44 minutes, il s'en est écoulé une grande quantité de fonte encore en fusion: on avoit remarqué que la fonte de cette gueuse étoit plus liquide que celle du numéro précédent, et on a conservé un morceau cassé, dans lequel l'écoulement de la matière intérieure a laissé une cavité profonde de 26 pouces, dans l'intérieur de la gueuse. Ainsi, la surface ayant pris en 4 minutes, sa consistance solide, l'intérieur étoit encore en grande liquéfaction, après huit minutes et demie.

N°. 4. Le 2 août, à 4 heures 47 minutes, la gueuse qu'on a coulée, s'est trouvée d'une

fonte très épaisse, aussi sa surface, dans le milieu, a pris sa consistance en 3 minutes; et 1 minute $\frac{1}{2}$ après, lorsqu'on l'a cassée, toute la fonte de l'intérieur s'est écoulée, et n'a laissé qu'un tuyau de 6 lignes d'épaisseur, sous la face supérieure, et d'un pouce environ d'épaisseur aux autres faces.

N°. 5. Le 3 août, dans une gueuse de fonte très-liquide, on a cassé trois morceaux d'environ deux pieds et demi de long, à commencer du côté de la tête de la gueuse, c'est-à-dire, dans la partie la plus froide du moule et la plus éloignée du fourneau, et l'on a reconnu, comme il étoit naturel de s'y attendre, que la partie intérieure de la gueuse étoit moins consistante à mesure qu'on approchoit du fourneau, et que la cavité intérieure, produite par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoit à peu près en raison inverse de la distance au fourneau. Deux causes évidentes concourent à produire cet effet; le moule de la gueuse formé par les sables, est d'autant plus échauffé qu'il est plus près du fourneau, et en second lieu il reçoit d'autant plus de chaleur, qu'il y passe une plus grande quantité de fonte. Or, la totalité de la fonte qui constitue la gueuse, passe dans la partie du moule

où

où se forme sa queue, auprès de l'ouverture de la coulée, tandis que la tête de la gueuse n'est formée que de l'excédant qui a parcouru le moule entier, et s'est déjà refroidi, avant d'arriver dans cette partie la plus éloignée du fourneau, la plus froide de toutes, et qui n'est échauffée que par la seule matière qu'elle contient. Aussi de trois morceaux pris à la tête de cette gueuse, la surface du premier, c'est-à-dire, du plus éloigné du fourneau, a pris sa consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$; mais tout l'intérieur a coulé au bout de 3 minutes $\frac{1}{2}$. La surface du second a de même pris sa consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$, et l'intérieur couloit de même au bout de 3 minutes $\frac{1}{2}$; enfin la surface du troisième morceau, qui étoit le plus loin de la tête, et qui approchoit du milieu de la gueuse, a pris sa consistance en 1 minute $\frac{3}{4}$, et l'intérieur couloit encore très-abondamment au bout de 4 minutes.

Je dois observer que toutes ces gueuses étoient triangulaires, et que leur face supérieure, qui étoit la plus grande, avoit environ six pouces et demi de largeur. Cette face supérieure qui est exposée à l'action de l'air, se consolide néanmoins plus lentement que les deux faces qui sont dans le sillon

où la matière a coulé; l'humidité des sables qui forment cette espèce de moule, refroidit et consolide la fonte plus promptement que l'air; car, dans tous les morceaux que j'ai fait casser, les cavités formées par l'écoulement de la fonte encore liquide, étoient bien plus voisines de la face supérieure que des deux autres faces.

Ayant examiné tous ces morceaux après leur refroidissement, j'ai trouvé 1° que les morceaux du n° 4 ne s'étoient consolidés que de six lignes d'épaisseur sous la face supérieure; 2° que ceux du n° 5 se sont consolidés de neuf lignes d'épaisseur sous cette même face supérieure; 3° que les morceaux du n° 2 s'étoient consolidés d'un pouce d'épaisseur sous cette même face; 4° que les morceaux du n° 3 s'étoient consolidés d'un pouce et demi d'épaisseur sous la même face; et enfin que les morceaux du n° 1 s'étoient consolidés jusqu'à deux pouces trois lignes sous cette même face supérieure.

Les épaisseurs consolidées sont donc 6, 9, 12, 18, 27 lignes, et les tems employés à cette consolidation sont $1\frac{1}{2}$, 2 ou $2\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$, 7 minutes; ce qui fait à très-peu près le quart numérique des épaisseurs. Ainsi, les tems nécessaires pour consolider le métal fluide,

sont précisément en même raison que celle de leur épaisseur. En sorte que si nous supposons un globe isolé de toutes parts, dont la surface aura pris sa consistance en un tems donné, par exemple en 3 minutes, il faudra 1 minute $\frac{1}{2}$ de plus pour le consolider à 6 lignes de profondeur, 2 minutes $\frac{1}{4}$ pour le consolider à 9 lignes, 3 minutes pour le consolider à 12 lignes, 4 minutes pour le consolider à 18 lignes, et 7 minutes pour le consolider à 27 ou 28 lignes de profondeur; et par conséquent 36 minutes pour le consolider à 10 pieds de profondeur, etc.

Sur le Verre.

Ayant fait couler du laitier dans des moules très-voisins du fourneau, à environ deux pieds de l'ouverture de la coulée, j'ai reconnu, par plusieurs essais, que la surface de ces morceaux de laitier, prend sa consistance en moins de tems que la fonte de fer, et que l'intérieur se consolidoit aussi beaucoup plus vîte; mais je n'ai pu déterminer, comme je l'ai fait sur le fer, les tems nécessaires pour consolider l'intérieur du verre à différentes épaisseurs; je ne sais même si on en viendroit à bout dans un fourneau de verrerie, où l'on auroit le verre en masses

fort épaisses ; tout ce que je puis assurer, c'est que la consolidation du verre, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, est à peu près une fois plus prompte que celle de la fonte du fer. Et en même tems que le premier coup de l'air condense la surface du verre liquide, et lui donne une sorte de consistance solide, il la divise et la fêle en une infinité de petites parties; en sorte que le verre saisi par l'air frais, ne prend pas une solidité réelle, et qu'il se brise au moindre choc, au lieu qu'en le laissant recuire dans un four très-chaud, il acquiert peu à peu la solidité que nous lui connoissons. Il paroît donc bien difficile de déterminer, par l'expérience, les rapports du tems qu'il faut pour consolider le verre à différentes épaisseurs, au dessous de sa surface. Je crois seulement qu'on peut, sans se tromper, prendre le même rapport pour la consolidation que celui du refroidissement du verre au refroidissement du fer, lequel rapport est de 132 à 236 par les expériences du second mémoire (*tome V, page 6*).

VII.

Ayant déterminé, par les expériences précédentes, les tems nécessaires pour la con-

solidation du fer en fusion, tant à sa surface qu'aux différentes profondeurs de son intérieur, j'ai cherché à reconnoître, par des observations exactes, quelle étoit la durée de l'incandescence dans cette même matière.

1. Un renard, c'est-à-dire, une loupe détachée de la gueuse par le feu de la chaufferie, et prête à être portée sous le marteau, a été mise dans un lieu dont l'obscurité étoit égale à celle de la nuit quand le ciel est couvert; cette loupe, qui étoit fort enflammée, n'a cessé de donner de la flamme qu'au bout de 24 minutes; d'abord la flamme étoit blanche, ensuite rouge et bleuâtre sur la fin; elle ne paroissoit plus alors qu'à la partie inférieure de la loupe qui touchoit la terre, et ne se montroit que par ondulations ou par reprises, comme celles d'une chandelle qui s'éteint: ainsi, la première incandescence accompagnée de flamme a duré 24 minutes; ensuite la loupe, qui étoit encore bien rouge, a perdu cette couleur peu à peu, et a cessé de paroître rouge au bout de 74 minutes, non compris les 24 premières; ce qui fait en tout 98 minutes; mais il n'y avoit que les surfaces supérieures et latérales qui avoient absolument perdu leur couleur rouge; la surface inférieure qui touchoit

à la terre, l'étoit encore aussi bien que l'intérieur de la loupe. Je commençai alors, c'est-à-dire, au bout de 98 minutes, à laisser tomber quelques grains de poudre à tirer sur la surface supérieure ; ils s'enflammèrent avec explosion. On continuoit de jeter de tems en tems de la poudre sur la loupe, et ce ne fut qu'au bout de 42 minutes de plus, qu'elle cessa de faire explosion ; à 43, 44 et 45 minutes, la poudre se fondoit et fusoit sans explosion, en donnant seulement une petite flamme bleue. Delà, je crus devoir conclure que l'incandescence à l'intérieur de la loupe n'avoit fini qu'alors, c'est-à-dire, 42 minutes après celle de la surface, et qu'en tout elle avoit duré 140 minutes.

Cette loupe étoit de figure à peu près ovale et aplatie sur deux faces parallèles; son grand diamètre étoit de 13 pouces, et le petit, de 8 pouces; elle avoit aussi, à très-peu près, 8 pouces d'épaisseur par-tout, et elle pesoit 91 livres 4 onces, après avoir été refroidie.

2. Un autre renard, mais plus petit que le premier, tout aussi blanc de flamme et pétillant de feu, au lieu d'être porté sous le marteau, a été mis dans le même lieu obscur,

où il n'a cessé de donner de la flamme, qu'au bout de 22 minutes; ensuite il n'a perdu sa couleur rouge, qu'après 43 minutes, ce qui fait 65 minutes pour la durée des deux états d'incandescence à la surface, sur laquelle ayant ensuite jeté des grains de poudre, ils n'ont cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 40 minutes; ce qui fait en tout 105 minutes pour la durée de l'incandescence, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Cette loupe étoit à peu près circulaire, sur 9 pouces de diamètre, et elle avoit environ 6 pouces d'épaisseur par-tout; elle s'est trouvée du poids de 54 livres après son refroidissement.

J'ai observé que la flamme et la couleur rouge suivent la même marche dans leur dégradation; elles commencent par disparoître à la surface supérieure de la loupe, tandis qu'elles durent encore aux surfaces latérales, et continuent de paroître assez long-tems autour de la surface inférieure qui, étant constamment appliquée sur la terre, se refroidit plus lentement que les autres surfaces qui sont exposées à l'air.

3. Un troisième renard tiré du feu très-blanc, brûlant et pétillant d'étincelles et de

flamme, ayant été porté dans cet état sous le marteau, n'a conservé cette incandescence enflammée que 6 minutes; les coups précipités dont il a été frappé pendant ces 6 minutes, ayant comprimé la matière, en ont en même tems réprimé la flamme, qui auroit subsisté plus long-tems sans cette opération, par laquelle on en a fait une pièce de fer de 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, sur quatre pouces en carré, qui s'est trouvée peser 48 livres 4 onces, après avoir été refroidie. Mais, ayant mis auparavant cette pièce encore toute rouge dans le même lieu obscur, elle n'a cessé de paroître rouge à sa surface, qu'au bout de 46 minutes, y compris les 6 premières. Ayant ensuite fait l'épreuve avec la poudre à tirer, qui n'a cessé de s'enflammer avec explosion que 26 minutes après les 46, il en résulte que l'incandescence intérieure et totale a duré 72 minutes.

En comparant ensemble ces trois expériences, on peut conclure que la durée de l'incandescence totale est comme celle de la prise de consistance proportionnelle à l'épaisseur de la matière; car, la première loupe, qui avoit 8 pouces d'épaisseur, a conservé son incandescence pendant 140

minutes ; la seconde, qui avoit 6 pouces d'épaisseur, l'a conservée pendant 105 minutes ; et la troisième, qui n'avoit que 4 pouces, ne l'a conservée que pendant 72 minutes. Or, 105 : 140 :: 6 : 8, et de même 72 : 140, à peu près : : 4 : 8 ; en sorte qu'il paroît y avoir même rapport entre les tems qu'entre les épaisseurs.

4° Pour m'assurer encore mieux de ce fait important, j'ai cru devoir répéter l'expérience sur une loupe, prise comme la précédente au sortir de la chaufferie. On l'a portée toute enflammée sous le marteau ; la flamme a cessé au bout de six minutes, et, dans ce moment, on a cessé de la battre ; on l'a mise tout de suite dans le même lieu obscur ; le rouge n'a cessé qu'au bout de 39 minutes ; ce qui donne 45 minutes pour les deux états d'incandescence à la surface ; ensuite la poudre n'a cessé de s'enflammer avec explosion qu'au bout de 28 minutes : ainsi l'incandescence intérieure et totale a duré 73 minutes. Or cette pièce avoit, comme la précédente, 4 pouces juste d'épaisseur, sur deux faces en carré, et 10 pouces $\frac{1}{4}$ de longueur ; elle pesoit 39 livres 4 onces après avoir été refroidie.

Cette dernière expérience s'accorde si par-

faitement avec celle qui la précède et avec les deux autres, qu'on ne peut pas douter qu'en général la durée de l'incandescence ne soit à très-peu près proportionnelle à l'épaisseur de la masse, et que par conséquent ce grand dégré de feu ne suive la même loi que celle de la chaleur médiocre; en sorte que, dans des globes de même matière, la chaleur ou le feu du plus haut dégré, pendant tout le tems de l'incandescence, s'y conservent et y durent précisément en raison de leur diamètre. Cette vérité que je voulois acquérir et démontrer par le fait, semble nous indiquer que les causes cachées (*causæ latentes*) de Newton, desquelles j'ai parlé dans le premier de ces mémoires, ne s'opposent que très-peu à la sortie du feu, puisqu'elle se fait de la même manière que si les corps étoient entièrement et parfaitement perméables, et que rien ne s'opposât à son issue. Cependant on seroit porté à croire que plus la même matière est comprimée, plus elle doit retenir de tems le feu; en sorte que la durée de l'incandescence devroit être alors en plus grande raison que celle des épaisseurs ou des diamètres. J'ai donc essayé de reconnoître cette différence par l'expérience suivante.

5° J'ai fait forger une masse cubique de fer, de 5 pouces 9 lignes de toutes faces; elle a subi trois chaudes successives, et l'ayant laissé refroidir, son poids s'est trouvé de 48 livres 9 onces. Après l'avoir pesée, on l'a mise de nouveau au feu de l'affinerie, où elle n'a été chauffée que jusqu'au rouge couleur de feu, parce qu'alors elle commençoit à donner un peu de flamme, et qu'en la laissant au feu plus long-tems, le fer auroit brûlé. Delà on l'a transportée tout de suite dans le même lieu obscur, où j'ai vu qu'elle ne donnoit aucune flamme; néanmoins elle n'a cessé de paroître rouge qu'au bout de 52 minutes, et la poudre n'a cessé de s'enflammer à sa surface avec explosion, que 43 minutes après; ainsi, l'incandescence totale a duré 95 minutes. On a pesé cette masse une seconde fois, après son entier refroidissement; elle s'est trouvée peser 48 livres 1 once; ainsi, elle avoit perdu au feu 8 onces de son poids, et elle en auroit perdu davantage, si on l'eût chauffée jusqu'au blanc.

En comparant cette expérience avec les autres, on voit que l'épaisseur de la masse étant de 5 pouces $\frac{3}{4}$, l'incandescence totale a duré 95 minutes dans cette pièce de fer,

comprimée autant qu'il est possible, et que dans les premières masses, qui n'avoient point été comprimées par le marteau, l'épaisseur étant de 6 pouces, l'incandescence a duré 105 minutes, et l'épaisseur étant de 8 pouces, elle a duré 140 minutes. Or, 140 : 8 ou 105 : 6 :: 95 : 5 $\frac{9}{21}$, au lieu que l'expérience nous donne 5 $\frac{3}{4}$. Les causes cachées, dont la principale est la compression de la matière, et les obstacles qui en résultent pour l'issue de la chaleur, semblent donc produire cette différence de 5 $\frac{3}{4}$ à 5 $\frac{9}{21}$; ce qui fait $\frac{27}{84}$ ou un peu plus d'un tiers sur $\frac{15}{5}$, c'est-à-dire, environ $\frac{1}{16}$ sur le tout; en sorte que le fer bien battu, bien *sué*, bien comprimé, ne perd son incandescence qu'en 17 de tems, tandis que le même fer, qui n'a point été comprimé, la perd en 16 du même tems. Et ceci paroît se confirmer par les expériences 3 et 4, où les masses de fer ayant été comprimées par une seule volée de coups de marteau, n'ont perdu leur incandescence qu'au bout de 72 et 73 minutes, au lieu de 70 qu'a duré celle des loupes non comprimées; ce qui fait 2 $\frac{1}{2}$ sur 70 ou $\frac{5}{140}$ ou $\frac{1}{28}$ de différence produite par cette première compression. Ainsi, l'on ne doit pas être étonné que la seconde et la

troisième compression qu'a subi la masse de fer de la cinquième expérience qui a été battue par trois volées de coups de marteau, aient produit $\frac{1}{16}$ au lieu de $\frac{1}{28}$ de différence dans la durée de l'incandescence. On peut donc assurer en général que la plus forte compression qu'on puisse donner à la matière pénétrée de feu autant qu'elle peut l'être, ne diminue que d'une seizième partie la durée de son incandescence, et que dans la matière, qui ne reçoit point de compression extérieure, cette durée est précisément en même raison que son épaisseur.

Maintenant, pour appliquer au globe de la terre le résultat de ces expériences, nous considérerons qu'il n'a pu prendre sa forme élevée sous l'équateur, et abaissée sous les pôles, qu'en vertu de la force centrifuge combinée avec celle de la pesanteur; que par conséquent il a dû tourner sur son axe pendant un petit tems, avant que sa surface ait pris sa consistance, et qu'ensuite la matière intérieure s'est consolidée dans les mêmes rapports de tems indiqués par nos expériences; en sorte qu'en partant de la supposition d'un jour au moins pour le petit tems nécessaire à la prise de consistance à sa surface, et en admettant, comme nos

expériences l'indiquent, un tems de trois minutes pour en consolider la matière intérieure à un pouce de profondeur, il se trouvera 36 minutes pour un pied, 216 minutes pour une toise, 342 jours pour une lieue, et 490,086 jours, ou environ 1,342 ans pour qu'un globe de fonte de fer qui auroit, comme celui de la terre, 1,432 lieues $\frac{1}{2}$ de demi-diamètre, eût pris sa consistance jusqu'au centre.

La supposition que je fais ici d'un jour de rotation, pour que le globe terrestre ait pu s'élever régulièrement sous l'équateur, et s'abaisser sous les pôles, avant que sa surface ne fût consolidée, me paroît plutôt trop foible que trop forte; car il a peut-être fallu un grand nombre de révolutions de 24 heures chacune, sur son axe, pour que la matière fluide se soit solidement établie, et l'on voit bien que dans ce cas le tems nécessaire pour la prise de consistance de la matière au centre se trouvera plus grand. Pour le réduire, autant qu'il est possible, nous n'avons fait aucune attention à l'effet de la force centrifuge qui s'oppose à celui de la réunion des parties, c'est-à-dire, à la prise de consistance de la matière en fusion. Nous avons supposé encore, dans la

même vue de diminuer le tems, que l'atmosphère de la terre, alors toute en feu, n'étoit néanmoins pas plus chaud que celui de mon fourneau, à quelques pieds de distance où se sont faites les expériences, et c'est en conséquence de ces deux suppositions trop gratuites, que nous ne trouvons que 1,342 ans pour le tems employé à la consolidation du globe jusqu'au centre. Mais il me paroît certain que cette estimation du tems est de beaucoup trop foible, par l'observation constante que j'ai faite sur la prise de consistance des gueuses à la tête et à la queue; car il faut trois fois autant de tems et plus, pour que la partie de la gueuse, qui est à 18 pieds du fourneau, prenne consistance, c'est-à-dire, que si la surface de la tête de la gueuse, qui est à 18 pieds du fourneau, prend consistance en 1 minute $\frac{1}{2}$, celle de la queue, qui n'est qu'à deux pieds du fourneau, ne prend consistance qu'en 4 minutes $\frac{1}{2}$ ou 5 minutes; en sorte que la chaleur plus grande de l'air contribue prodigieusement au maintien de la fluidité : et l'on conviendra sans peine avec moi, que, dans ce premier tems de liquéfaction du globe de la terre, la chaleur de l'atmosphère de vapeurs qui l'environnoit, étoit plus grande

que celle de l'air à deux pieds de distance du feu de mon fourneau ; et que par conséquent il a fallu beaucoup plus de tems pour consolider le globe jusqu'au centre. Or nous avons démontré, par les expériences du premier mémoire (1), qu'un globe de fer, gros comme la terre, pénétré de feu seulement jusqu'au rouge, seroit plus de 96,670 ans à se refroidir; auxquels ajoutant deux ou trois mille ans pour le tems de sa consolidation jusqu'au centre, il résulte qu'en tout, il faudroit environ 100,000 ans pour refroidir au point de la température actuelle, un globe de fer gros comme la terre, sans compter la durée du premier état de liquéfaction ; ce qui recule encore les limites du tems qui semble fuir et s'étendre à mesure que nous cherchons à le saisir ; mais tout ceci sera plus amplement discuté et déterminé plus précisément dans les mémoires suivans.

---

(1) Tome IV, page 377.

NEUVIÈME

NEUVIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la fusion des mines de fer.

Je ne pourrai guère mettre d'autre liaison entre ces mémoires, ni d'autre ordre entre mes différentes expériences, que celui du tems, ou plutôt de la succession de mes idées. Comme je ne me trouvois pas assez instruit dans la connoissance des minéraux, que je n'étois pas satisfait de ce qu'on en dit dans les livres, que j'avois bien de la peine à entendre ceux qui traitent de la chymie, où je voyois d'ailleurs des principes précaires, toutes les expériences faites en petit, et toujours expliquées dans l'esprit d'une même méthode; j'ai voulu travailler par moi-même, et consultant plutôt mes desirs que ma force, j'ai commencé par faire établir, sous mes yeux, des forges et des fourneaux en grand, que je n'ai pas cessé d'exercer continuellement depuis sept ans.

Le petit nombre d'auteurs qui ont écrit sur les mines de fer, ne donné, pour ainsi dire, qu'une nomenclature assez inutile, et

ne parlent point des différens traitemens de chacune de ces mines. Ils comprennent dans les mines de fer, l'aimant, l'émeril, l'hématite, etc. qui sont en effet des minéraux ferrugineux en partie, mais qu'on ne doit pas regarder comme de vraies mines de fer, propres à être fondues et converties en ce métal; nous ne parlerons ici que de celles dont on doit faire usage, et on peut les réduire à deux espèces principales.

La première est la mine en roche, c'est-à-dire, en masses dures, solides, et compactes qu'on ne peut tirer et séparer qu'à force de coins, de marteaux et de masses, et qu'on pourroit appeler *pierre de fer*. Ces mines ou roches de fer se trouvent en Suède, en Allemagne, dans les Alpes, dans les Pyrénées, et généralement dans la plupart des hautes montagnes de la terre, mais en bien plus grande quantité vers le Nord que du côté du Midi. Celles de Suède sont de couleur de fer pour la plupart, et paroissent être du fer presqu'à demi préparé par la Nature : il y en a aussi de couleur brune, rousse ou jaunâtre; il y en a même de toutes blanches à Alvard en Dauphiné, ainsi que d'autres couleurs; ces dernières mines semblent être composées comme du spath, et

on ne reconnoît qu'à leur pesanteur, plus grande que celle des autres spaths, qu'elles contiennent une grande quantité de métal. On peut aussi s'en assurer en les mettant au feu; car de quelque couleur qu'elles soient, blanches, grises, jaunes, rousses, verdâtres, bleuâtres, violettes ou rouges, toutes deviennent noires à une légère calcination. Les mines de Suède qui, comme je l'ai dit, semblent être de la pierre de fer, sont attirées par l'aimant; il en est de même de la plupart des autres mines en roche, et généralement de toute matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu. Les mines de fer en grains qui ne sont point du tout magnétiques, le deviennent lorsqu'on les fait griller au feu; ainsi, les mines de fer en roches et en grandes masses étant magnétiques, doivent leur origine à l'élément du feu. Celles de Suède, qui ont été les mieux observées, sont très-étendues et très-profondes; les filons sont perpendiculaires, toujours épais de plusieurs pieds, et quelquefois de quelques toises; on les travaille comme on travailleroit de la pierre très-dure dans une carrière. On y trouve souvent de l'asbeste; ce qui prouve encore que ces mines ont été formées par le feu.

Les mines de la seconde espèce, ont au contraire été formées par l'eau, tant du détriment des premières, que de toutes les particules de fer que les végétaux et les animaux rendent à la terre par la décomposition de leur substance; ces mines formées par l'eau, sont le plus ordinairement en grains arrondis, plus ou moins gros, mais dont aucun n'est attirable par l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu, ou plutôt celle de l'air par le moyen du feu; car, ayant fait griller plusieurs de ces mines dans des vaisseaux ouverts, elles sont toutes devenues très-attirables à l'aimant; au lieu que dans les vaisseaux clos, quoique chauffées à un plus grand feu et pendant plus de tems, elles n'avoient point du tout acquis la vertu magnétique.

On pourroit ajouter à ces mines en grains, formées par l'eau, une seconde espèce de mine souvent plus pure, mais bien plus rare, qui se forme également par le moyen de l'eau; ce sont les mines de fer cristallisées. Mais, comme je n'ai pas été à portée de traiter par moi-même les mines de fer en roche, produites par le feu, non plus que les mines de fer cristallisées par l'eau, je ne parlerai que de la fusion des mines en

grains, d'autant que ces dernières mines sont celles qu'on exploite le plus communément dans nos forges de France.

La première chose que j'ai trouvée, et qui me paroît être une découverte utile, c'est qu'avec une mine qui donnoit le plus mauvais fer de la province de Bourgogne, j'ai fait du fer aussi ductile, aussi nerveux, aussi ferme que les fers du Berri, qui sont réputés les meilleurs de France. Voici comment j'y suis parvenu; le chemin que j'ai tenu est bien le plus long, mais personne avant moi, n'ayant frayé la route, on ne sera pas étonné que j'aie fait du circuit.

J'ai pris le dernier jour d'un fondage, c'est-à-dire, le jour où l'on alloit faire cesser le feu d'un fourneau à fondre la mine de fer, qui duroit depuis plus de quatre mois. Ce fourneau d'environ 20 pieds de hauteur et de 5 pieds et demi de largeur à sa cuve, étoit bien échauffé, et n'avoit été chargé que de cette mine qui avoit la fausse réputation de ne pouvoir donner que des fontes très-blanches, très-cassantes, et par conséquent du fer à très-gros grain, sans nerf et sans ductilité. Comme j'étois dans l'idée que la trop grande violence du feu ne peut qu'aigrir le fer, j'employai ma

méthode ordinaire, et que j'ai suivie constamment dans toutes mes recherches sur la nature, qui consiste à voir les extrêmes avant de considérer les milieux : je fis donc, non pas ralentir, mais enlever les soufflets, et ayant fait en même tems découvrir le toit de la hale, je substituai aux soufflets un ventilateur simple, qui n'étoit qu'un cône creux, de 24 pieds de longueur sur 4 pieds de diamètre au gros bout, et 3 pouces seulement à sa pointe, sur laquelle on adapta une buse de fer, et qu'on plaça dans le trou de la tuyère; en même tems on continuoit à charger de charbon et de mine, comme si l'on eût voulu continuer à couler; les charges descendoient bien plus lentement, parce que le feu n'étoit plus animé par le vent des soufflets; il l'étoit seulement par un courant d'air que le ventilateur tiroit d'en haut, et qui étant plus frais et plus dense que celui du voisinage de la tuyère, arrivoit avec assez de vîtesse pour produire un murmure constant dans l'intérieur du fourneau. Lorsque j'eus fait charger environ deux milliers de charbon et quatre milliers de mine, je fis discontinuer pour ne pas trop embarrasser le fourneau, et le ventilateur étant toujours à la

tuyère, je laissai baisser les charbons et la mine sans remplir le vuide qu'ils laissoient au dessus. Au bout de quinze ou seize heures, il se forma des petites loupes, dont on tira quelques-unes par le trou de la tuyère, et quelques autres par l'ouverture de la coulée; le feu dura quatre jours de plus, avant que le charbon ne fût entièrement consumé, et dans cet intervalle de tems, on tira des loupes plus grosses que les premières; et après les quatre jours, on en trouva de plus grosses encore en vuidant le fourneau.

Après avoir examiné ces loupes, qui me parurent être d'une très-bonne étoffe, et dont la plupart portoient à leur circonférence un grain fin, et tout semblable à celui de l'acier, je les fis mettre au feu de l'affinerie et porter sous le marteau; elles en soutinrent le coup sans se diviser, sans s'éparpiller en étincelles, sans donner une grande flamme, sans laisser couler beaucoup de laitier, choses qui toutes arrivent lorsqu'on forge du mauvais fer. On les forgea à la manière ordinaire; les barres qui en provenoient n'étoient pas toutes de la même qualité; les unes étoient de fer, les autres d'acier, et le plus grand nombre de

fer par un bout ou par un côté, et d'acier par l'autre. J'en ai fait faire des poinçons et des ciseaux par des ouvriers qui trouvèrent cet acier aussi bon que celui d'Allemagne. Les barres qui n'étoient que de fer étoient si fermes, qu'il fut impossible de les rompre avec la masse, et qu'il fallut employer le ciseau d'acier pour les entamer profondément des deux côtés avant de pouvoir les rompre; ce fer étoit tout nerf, et ne pouvoit se séparer qu'en se déchirant par le plus grand effort. En le comparant au fer que donne cette même mine fondue en gueuses à la manière ordinaire, on ne pouvoit se persuader qu'il provenoit de la même mine, dont on n'avoit jamais tiré que du fer à gros grain, sans nerf et très-cassant.

La quantité de mine que j'avois employée dans cette expérience, auroit dû produire au moins 1,200 livres de fonte, c'est-à-dire, environ 800 livres de fer, si elle eût été fondue par la méthode ordinaire, et je n'avois obtenu que 280 livres, tant d'acier que de fer, de toutes les loupes que j'avois réunies; et en supposant un déchet de moitié du mauvais fer au bon, et de trois quarts du mauvais fer à l'acier, je voyois que ce produit ne pouvoit équivaloir qu'à 500 livres

de mauvais fer, et que par conséquent il y avoit eu plus du quart de mes quatre milliers de mine qui s'étoit consumé en pure perte, et en même tems près du tiers du charbon brûlé sans produit.

Ces expériences étant donc excessivement chères, et voulant néanmoins les suivre, je pris le parti de faire construire deux fourneaux plus petits; tous deux cependant de 14 pieds de hauteur, mais dont la capacité intérieure du second étoit d'un tiers plus petite que celle du premier. Il falloit, pour charger et remplir en entier mon grand fourneau de fusion, 135 corbeilles de charbon de 40 livres chacune, c'est-à-dire, 5,400 livres de charbon; au lieu que, dans mes petits fourneaux, il ne falloit que 900 livres de charbon pour remplir le premier, et 600 livres pour remplir le second; ce qui diminuoit considérablement les trop grands frais de ces expériences. Je fis adosser ces fourneaux l'un à l'autre, afin qu'ils pussent profiter de leur chaleur mutuelle; ils étoient séparés par un mur de 3 pieds, et environnés d'un autre mur de 4 pieds d'épaisseur, le tout bâti en bon moëllon et de la même pierre calcaire dont on se sert dans le pays pour faire les étalages des

hommes avoient assez de peine pour les déplacer et les replacer ; ce qui cependant étoit nécessaire, toutes les fois qu'il falloit charger les fourneaux.

J'y ai fait dix-sept expériences, dont chacune duroit ordinairement deux ou trois jours et deux ou trois nuits. Je n'en donnerai pas le détail, non seulement parce qu'il seroit fort ennuyeux, mais même assez inutile, attendu que je n'ai pu parvenir à une méthode fixe, tant pour conduire le feu, que pour le forcer à donner toujours le même produit. Je dois donc me borner aux simples résultats de ces expériences, qui m'ont démontré plusieurs vérités que je crois très-utiles.

La première, c'est qu'on peut faire de l'acier de la meilleure qualité sans employer du fer, comme on le fait communément, mais seulement en faisant fondre la mine à un feu long et gradué. De mes dix-sept expériences, il y en a eu six où j'ai eu de l'acier bon et médiocre, sept ou je n'ai eu que du fer, tantôt très-bon et tantôt mauvais, et quatre, où j'ai eu une petite quantité de fonte et du fer environné d'excellent acier. On ne manquera pas de me dire, donnez-nous donc au moins le détail de celles qui

vous ont produit du bon acier ; ma réponse est aussi simple que vraie ; c'est qu'en suivant les mêmes procédés aussi exactement qu'il m'étoit possible, en chargeant de la même façon, mettant la même quantité de mine et de charbon, ôtant et mettant le ventilateur et les tuyaux d'aspiration pendant un tems égal, je n'en ai pas moins eu des résultats tout différens. La seconde expérience me donna de l'acier par les mêmes procédés de la première, qui ne m'avoit produit que du fer d'une qualité assez médiocre ; la troisième, par les mêmes procédés, m'a donné de très-bon fer ; et quand après cela j'ai voulu varier la suite des procédés, et changer quelque chose à mes fourneaux, le produit en a peut-être moins varié par ces grands changemens, qu'il n'avoit fait par le seul caprice du feu, dont les effets et la conduite sont si difficiles à suivre, qu'on ne peut les saisir, ni même les deviner, qu'après une infinité d'épreuves et de tentatives qui ne sont pas toujours heureuses. Je dois donc me borner à dire ce que j'ai fait, sans anticiper sur ce que des artistes plus habiles pourront faire ; car il est certain qu'on parviendra à une méthode sûre de tirer de l'acier de toute mine de fer, sans la faire

couler en gueuses, et sans convertir la fonte en fer.

C'est ici la seconde vérité, aussi utile que la première. J'ai employé trois différentes sortes de mines dans ces expériences; j'ai cherché, avant de les employer, le moyen d'en bien connoître la nature. Ces trois espèces de mines étoient, à la vérité, toutes les trois en grains, plus ou moins fins; je n'étois pas à portée d'en avoir d'autres, c'est-à-dire, des mines en roches, en assez grande quantité, pour faire mes expériences; mais je suis bien convaincu, après avoir fait les épreuves de mes trois différentes mines en grain, et qui toutes trois m'ont donné de l'acier, sans fusion précédente, que les mines en roches, et toutes les mines de fer, en général, pourroient donner également de l'acier, en les traitant, comme j'ai traité les mines en grain. Dès-lors, il faut donc bannir de nos idées le préjugé si anciennement, si universellement reçu, que *la qualité du fer dépend de celle de la mine.* Rien n'est plus mal fondé que cette opinion; c'est au contraire uniquement de la conduite du feu et de la manipulation de la mine que dépend la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte, du fer et de l'acier. Il faut encore bannir un autre préjugé; c'est qu'*on*

ne peut avoir de l'acier, qu'en le tirant du fer; tandis qu'il est très-possible, au contraire, d'en tirer immédiatement de toutes sortes de mines. On rejettera donc en conséquence les idées de M. Yonge, et de quelques autres chymistes qui ont imaginé qu'il y avoit des mines qui avoient la qualité particulière de pouvoir donner de l'acier, à l'exclusion de toutes les autres.

Une troisième vérité que j'ai recueillie de mes expériences, c'est que toutes nos mines de fer en grain, telles que celles de Bourgogne, de Champagne, de Franche-Comté, de Lorraine, du Nivernois, de l'Angoumois, etc. c'est-à-dire, presque toutes les mines dont on fait nos fers en France, ne contiennent point de soufre comme les mines en roches de Suède ou d'Allemagne; et que par conséquent elles n'ont pas besoin d'être grillées, ni traitées de la même manière. Le préjugé du soufre contenu en grande quantité dans les mines de fer, nous est venu des métallurgistes du nord, qui, ne connoissant que leurs mines en roche qu'on tire de la terre à de grandes profondeurs, comme nous tirons des pierres d'une carrière, ont imaginé que toutes les mines de fer étoient de la même nature, et con-

tenoient comme elles une grande quantité de soufre. Et comme les expériences sur les mines de fer sont très-difficiles à faire, nos chymistes s'en sont rapportés aux métallurgistes du nord, et ont écrit, comme eux, qu'il y avoit beaucoup de soufre dans nos mines de fer ; tandis que toutes les mines en grain que je viens de citer, n'en contiennent point du tout, ou si peu, qu'on n'en sent pas l'odeur, de quelque façon qu'on les brûle. Les mines en roche ou en pierre, dont j'ai fait venir des échantillons de Suède et d'Allemagne, répandent au contraire une forte odeur de soufre, lorsqu'on les fait griller, et en contiennent réellement une très-grande quantité, dont il faut les dépouiller avant de les mettre au fourneau pour les fondre.

Et de-là suit une quatrième vérité, toute aussi intéressante que les autres ; c'est que nos mines en grain, valent mieux que ces mines en roche tant vantées, et que si nous ne faisons pas du fer aussi bon ou meilleur que celui de Suède, c'est purement notre faute et point du tout celle de nos mines, qui toutes nous donneroient des fers de la première qualité, si nous les traitions avec le même soin que prennent les étrangers pour arriver

arriver à ce but. Il nous est même plus aisé de l'atteindre, nos mines ne demandant pas, à beaucoup près, autant de travaux que les leurs. Voyez dans Swedenborg le détail de ces travaux. La seule extraction de la plupart de ces mines en roche qu'il faut aller arracher du sein de la terre, à trois ou quatre cents pieds de profondeur, casser à coups de marteaux, de masses et de leviers, enlever ensuite par des machines jusqu'à la hauteur de terre, doit coûter beaucoup plus que le tirage de nos mines en grains, qui se fait, pour ainsi dire, à fleur de terrain, et sans autre instrument que la pioche et la pelle. Ce premier avantage n'est pas encore le plus grand, car il faut reprendre ces quartiers, ces morceaux de pierre de fer, les porter sous les maillets d'un boccard pour les concasser, les broyer et les réduire au même état de division où nos mines en grains se trouvent naturellement; et comme cette mine concassée contient une grande quantité de soufre, elle ne produiroit que de très-mauvais fer, si on ne prenoit pas la précaution de lui enlever la plus grande partie de ce soufre surabondant, avant de la jeter au fourneau. On la répand à cet effet sur des bûchers d'une vaste étendue où elle se

grille pendant quelques semaines; cette consommation très-considérable de bois, jointe à la difficulté de l'extraction de la mine, rendroit la chose impraticable en France, à cause de la cherté des bois. Nos mines heureusement n'ont pas besoin d'être grillées, et il suffit de les laver pour les séparer de la terre avec laquelle elles sont mêlées ; la plupart se trouvent à quelques pieds de profondeur; l'exploitation de nos mines se fait donc à beaucoup moins de frais, et cependant nous ne profitons pas de tous ces avantages , ou du moins nous n'en avons pas profité jusqu'ici, puisque les étrangers nous apportent leurs fers qui leur coûtent tant de peines, et que nous les achetons de préférence aux nôtres, sur la réputation qu'ils ont d'être de meilleure qualité.

Ceci tient à une cinquième vérité qui est plus morale que physique; c'est qu'il est plus aisé, plus sûr et plus profitable de faire, sur-tout en ce genre, de la mauvaise marchandise que de la bonne. Il est bien plus commode de suivre la routine qu'on trouve établie dans les forges, que de chercher à en perfectionner l'art. Pourquoi vouloir faire du bon fer, disent la plupart des maîtres de forges? on ne le vendra pas une

pistole au dessus du fer commun, et il nous reviendra peut-être à trois ou quatre de plus, sans compter les risques et les frais des expériences et des essais qui ne réussissent pas tous à beaucoup près. Malheureusement cela n'est que trop vrai; nous ne profiterons jamais de l'avantage naturel de nos mines, ni même de notre intelligence, qui vaut bien celle des étrangers, tant que le gouvernement ne donnera pas à cet objet plus d'attention, tant qu'on ne favorisera pas le petit nombre de manufactures où l'on fait du bon fer, et qu'on permettra l'entrée des fers étrangers : il me semble que l'on peut démontrer avec la dernière évidence le tort que cela fait aux arts et à l'état; mais je m'écarterois trop de mon sujet si j'entrois ici dans cette discussion.

Tout ce que je puis assurer comme une sixième vérité, c'est qu'avec toutes sortes de mines, on peut toujours obtenir du fer de même qualité; j'ai fait brûler et fondre successivement dans mon plus grand fourneau, qui a 23 pieds de hauteur, sept espèces de mines différentes, tirées à deux, trois et quatre lieues de distance les unes des autres, dans des terrains tous différens, les unes en grains plus gros que des pois,

les autres en grains gros comme des chevrotines, plomb à lièvre, et les autres plus menues que le plus petit plomb à tirer; et de ces sept différentes espèces de mine dont j'ai fait fondre plusieurs centaines de milliers, j'ai toujours eu le même fer; ce fer est bien connu, non seulement dans la province de Bourgogne où sont situées mes forges, mais même à Paris où s'en fait le principal débit, et il est regardé comme de très-bonne qualité. On seroit donc fondé à croire que j'ai toujours employé la même mine, qui toujours traitée de la même façon, m'auroit constamment donné le même produit; tandis que, dans le vrai, j'ai usé de toutes les mines que j'ai pu découvrir, et que ce n'est qu'en vertu des précautions et des soins que j'ai pris de les traiter différemment, que je suis parvenu à en tirer un résultat semblable, et un produit de même qualité. Voici les observations et les expériences que j'ai faites à ce sujet; elles seront utiles et même nécessaires à tous ceux qui voudront connoître la qualité des mines qu'ils emploient.

Nos mines de fer en grain ne se trouvent jamais pures dans le sein de la terre; toutes sont mélangées d'une certaine quan-

tité de terre qui peut se délayer dans l'eau, et d'un sable plus ou moins fin, qui, dans de certaines mines, est de nature calcaire, dans d'autres de nature vitrifiable, et quelquefois mêlé de l'une et de l'autre; je n'ai pas vu qu'il y eût aucun autre mélange dans les sept espèces de mines que j'ai traitées et fondues avec un égal succès. Pour reconnoître la quantité de terre qui doit se délayer dans l'eau, et que l'on peut espérer de séparer de la mine, au lavage, il faut en peser une petite quantité dans l'état même où elle sort de la terre; la faire ensuite sécher, et mettre en compte le poids de l'eau qui se sera dissipée par le dessèchement. On mettra cette terre séchée dans un vase que l'on remplira d'eau, et on la remuera; dès que l'eau sera jaune ou bourbeuse, on la versera dans un autre vase plat, pour en faire évaporer l'eau par le moyen du feu; après l'évaporation, on mettra à part le résidu terreux. On réitérera cette même manipulation jusqu'à ce que la mine ne colore plus l'eau qu'on verse dessus; ce qui n'arrive jamais qu'après un grand nombre de lotions. Alors on réunit ensemble tous ces résidus terreux, et on les pèse pour reconnoître leur quantité relative à celle de la mine.

Cette première partie du mélange de la mine étant connue et son poids constaté, il restera les grains de mine et les sables que l'eau n'a pu délayer : si ces sables sont calcaires, il faudra les faire dissoudre à l'eau-forte, et on en reconnoîtra la quantité en les faisant précipiter après les avoir dissous; on les pèsera, et dès-lors on saura au juste combien la mine contient de terre, de sable calcaire et de fer en grains. Par exemple, la mine dont je me suis servi pour la première expérience de ce mémoire, contenoit par once, un gros et demi de terre délayée par l'eau, un gros 55 grains de sable dissous par l'eau-forte, trois gros 66 grains de mine de fer, et il y a eu 59 grains de perdus dans les lotions et dissolutions. C'est M. Daubenton, de l'académie des sciences, qui a bien voulu faire cette expérience à ma prière, et qui l'a faite avec toute l'exactitude qu'il apporte à tous les sujets qu'il traite.

Après cette épreuve, il faut examiner attentivement la mine dont on vient de séparer la terre et le sable calcaire, et tâcher de reconnoître à la seule inspection s'il ne se trouve pas encore parmi les grains de fer, des particules d'autres matières que l'eau-forte n'auroit pu dissoudre, et qui par con-

séquent ne seroient pas calcaires. Dans celle dont je viens de parler, il n'y en avoit point du tout, et dès-lors j'étois assuré que sur une quantité de 576 livres de cette mine, il y avoit 282 parties de mine de fer, 127 de matière calcaire, et le reste de terre qui peut se délayer à l'eau. Cette connoissance une fois acquise, il sera aisé d'en tirer les procédés qu'il faut suivre pour faire fondre la mine avec avantage et avec certitude d'en obtenir du bon fer, comme nous le dirons dans la suite.

Dans les six autres espèces de mine que j'ai employées, il s'en est trouvé quatre dont le sable n'étoit point dissoluble à l'eau-forte, et dont par conséquent la nature n'étoit pas calcaire, mais vitrifiable; et les deux autres qui étoient à plus gros grains de fer que les cinq premières, contenoient des graviers calcaires en assez petite quantité, et des petits cailloux arrondis qui étoient de la nature de la calcédoine, et qui ressembloient par la forme aux chrysalides des fourmis : les ouvriers employés à l'extraction et au lavage de mes mines, les appeloient *œufs de fourmis*. Chacune de ces mines exige une suite de procédés différens pour les fondre avec avantage, et pour en tirer du fer de même qualité.

Ces procédés quoiqu'assez simples, ne laissent pas d'exiger une grande attention; comme il s'agit de travailler sur des milliers de quintaux de mine, on est forcé de chercher tous les moyens, et de prendre toutes les voies qui peuvent aller à l'économie; j'ai acquis sur cela de l'expérience à mes dépens, et je ne ferai pas mention des méthodes qui, quoique plus précises et meilleures que celles dont je vais parler, seroient trop dispendieuses pour pouvoir être mises en pratique. Comme je n'ai pas eu d'autre but dans mon travail que celui de l'utilité publique, j'ai tâché de réduire ces procédés à quelque chose d'assez simple pour pouvoir être entendu et exécuté par tous les maîtres de forges qui voudront faire du bon fer; mais néanmoins en les prévenant d'avance que ce bon fer leur coûtera plus que le fer commun qu'ils ont coutume de fabriquer, par la même raison que le pain blanc coûte plus que le pain bis; car il ne s'agit de même que de cribler, tirer et séparer le bon grain de toutes les matières hétérogènes dont il se trouve mélangé.

Je parlerai ailleurs de la recherche et de la découverte des mines; mais je suppose ici les mines toutes trouvées et tirées; je

suppose aussi que, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, on connoisse la nature des sables qui y sont mélangés ; la première opération qu'il faut faire, c'est de les transporter aux lavoirs, qui doivent être d'une construction différente selon les différentes mines : celles qui sont en grains plus gros que les sables qu'elles contiennent, doivent être lavées dans des lavoirs foncés de fer, et percés de petits trous comme ceux qu'a proposés M. Robert (1), et qui sont très-bien imaginés ; car ils servent en même tems de lavoirs et de cribles ; l'eau emmène avec elle toute la terre qu'elle peut délayer, et les sablons plus menus que les grains de la mine passent en même tems par les petits trous dont le fond du lavoir est percé ; et dans le cas où les sablons sont aussi gros, mais moins durs que le grain de la mine, le rable de fer les écrase, et ils tombent avec l'eau au dessous du lavoir ; la mine reste nette et assez pure pour qu'on la puisse fondre avec économie. Mais ces mines, dont les grains sont plus gros et plus durs que ceux des sables ou

(1) Méthode pour laver les mines de fer, *in*-12. *Paris*, 1757.

petits cailloux qui y sont mélangés, sont assez rares. Des sept espèces de mines que j'ai eu occasion de traiter, il ne s'en est trouvé qu'une qui fût dans le cas d'être lavée à ce lavoir, que j'ai fait exécuter et qui a bien réussi ; cette mine est celle qui ne contenoit que du sable calcaire, qui communément est moins dur que le grain de la mine. J'ai néanmoins observé que les rables de fer en frottant contre le fond du lavoir qui est aussi de fer, ne laissoient pas d'écraser une assez grande quantité de grains de mine, qui dès-lors passoient avec le sable et tomboient en pure perte sous le lavoir, et je crois cette perte inévitable dans les lavoirs foncés de fer. D'ailleurs la quantité de castine que M. Robert étoit obligé de mêler à ses mines, et qu'il dit être d'un tiers de la mine (1), prouve qu'il restoit encore, après le lavage, une portion considérable de sablon vitrifiable, ou de terre vitrescible dans ses mines ainsi lavées ; car il n'auroit eu besoin que d'un sixième ou même d'un huitième de castine, si les mines eussent été plus épurées, c'est-à-dire, plus

---

(1) Méthode pour laver les mines de fer, pages 12 et 13.

dépouillées de la terre grasse ou du sable vitrifiable qu'elles contenoient.

Au reste, il n'étoit pas possible de se servir de ce même lavoir pour les autres six espèces de mines que j'ai eu à traiter ; de ces six, il y en avoit quatre qui se sont trouvées mêlées d'un sablon vitrescible aussi dur et même plus dur, et en même tems plus gros ou aussi gros que les grains de la mine. Pour épurer ces quatre espèces de mine, je me suis servi de lavoirs ordinaires et foncés de bois plein, avec un courant d'eau plus rapide qu'à l'ordinaire ; on les passoit neuf fois de suite à l'eau, et à mesure que le courant vif de l'eau emportoit la terre et le sablon le plus léger et le plus petit, on faisoit passer la mine dans des cribles de fil de fer assez serrés, pour retenir tous les petits cailloux plus gros que les grains de la mine. En lavant ainsi neuf fois et criblant trois fois, on parvenoit à ne laisser dans ces mines qu'environ un cinquième ou un sixième de ces petits cailloux ou sablons vitrescibles, et c'étoient ceux qui, étant de la même grosseur que les grains de la mine, étoient aussi de la même pesanteur ; en sorte qu'on ne pouvoit les séparer ni par le lavoir ni par le crible. Après cette

première préparation, qui est tout ce qu'on peut faire par le moyen du lavoir et des cribles à l'eau, la mine étoit assez nette pour pouvoir être mise au fourneau; et comme elle étoit encore mélangée d'un cinquième ou d'un sixième de matières vitrescibles, on pouvoit la fondre avec un quart de castine ou matière calcaire, et en obtenir de très-bon fer en ménageant les charges, c'est-à-dire, en mettant moins de mine que l'on n'en met ordinairement : mais comme alors on ne fond pas à profit, parce qu'on use une grande quantité de charbon, il faut encore tâcher d'épurer sa mine, avant de la jeter au fourneau. On ne pourra guère en venir à bout qu'en la faisant vanner et cribler à l'air, comme l'on vanne et crible le blé. J'ai séparé par ces moyens encore plus d'une moitié des matières hétérogènes qui restoient dans mes mines; et, quoique cette dernière opération soit longue et même assez difficile à exécuter en grand, j'ai reconnu, par l'épargne du charbon, qu'elle étoit profitable; il en coûtoit vingt sous pour vanner et cribler quinze cents pesant de mine, mais on épargnoit au fourneau trente-cinq sous de charbon pour la fondre : je crois donc que, quand cette pratique sera connue, on

ne manquera pas de l'adopter. La seule difficulté qu'on y trouvera, c'est de faire sécher assez les mines pour les faire passer aux cribles et les vanner avantageusement. Il y a très-peu de matières qui retiennent l'humidité aussi long-tems que les mines de fer en grain (1). Une seule pluie les rend humides pour plus d'un mois ; il faut donc des hangards couverts pour les déposer ; il faut les étendre par petites couches de trois ou quatre pouces d'épaisseur, les remuer, les exposer au soleil ; en un mot, les sécher autant qu'il est possible ; sans cela, le van ni le crible ne peuvent faire leur effet. Ce n'est qu'en été qu'on peut y travailler, et quand il s'agit de faire passer au crible quinze ou dix-huit cents milliers de mine

(1) Pour reconnoître la quantité d'humidité qui réside dans la mine de fer, j'ai fait sécher, et pour ainsi dire, griller dans un four très-chaud, trois cents livres de celle qui avoit été la mieux lavée, et qui s'étoit déjà séchée à l'air; et ayant pesé cette mine au sortir du four, elle ne pesoit plus que deux cents cinquante-deux livres; ainsi, la quantité de la matière humide ou volatile que la chaleur lui enlève, est à très-peu près d'un sixième de son poids total, et je suis persuadé que, si on la grilloit à un feu plus violent, elle perdroit encore plus.

cassoit par son propre poids sur les rouleaux, en la conduisant à l'affinerie. Ainsi, toutes les fois qu'une mine de fer se trouve naturellement surchargée d'une grande quantité de matières calcaires, il faut, au lieu de castine, employer de l'aubuë, pour la fondre avec avantage. On doit préférer cette terre aubuë à toutes les autres matières vitrescibles, parce qu'elle fond plus aisément que le caillou, le sable cristallin et les autres matières du genre vitrifiable, qui pourroient faire le même effet, mais qui exigeroient plus de charbon pour se fondre. D'ailleurs, cette terre aubuë se trouve presque par-tout, et est la terre la plus commune dans nos campagnes. En se fondant, elle saisit les sablons calcaires, les pénètre, les ramollit et les fait couler avec elle plus promptement que ne pourroit faire le petit caillou ou le sable vitrescible, auxquels il faut beaucoup plus de feu pour les fondre.

On est dans l'erreur, lorsqu'on croit que la mine de fer ne peut se fondre sans castine. On peut la fondre, non seulement sans castine, mais même sans aubuë et sans aucun autre fondant, lorsqu'elle est nette et pure; mais il est vrai qu'alors il se brûle une quantité assez considérable de mine qui

qui tombe en mauvais laitier, et qui diminue le produit de la fonte; il s'agit donc, pour fondre le plus avantageusement qu'il est possible, de trouver d'abord quel est le fondant qui convient à la mine, et ensuite dans quelle proportion il faut lui donner ce fondant, pour qu'elle se convertisse entièrement en fonte de fer, et qu'elle ne brûle pas avant d'entrer en fusion. Si la mine est mêlée d'un tiers ou d'un quart de matières vitrescibles, et qu'il ne s'y trouve aucune matière calcaire, alors un demi-tiers ou un demi-quart de matières calcaires suffira pour la fondre; et si au contraire elle se trouve naturellement mélangée d'un tiers ou d'un quart de sable ou de graviers calcaires, un quinzième ou un dix-huitième d'aubuë suffira pour la faire couler et la préserver de l'action trop subite du feu, qui ne manqueroit pas de la brûler en partie. On pèche presque par-tout par l'excès de castine qu'on met dans les fourneaux; il y a même des maîtres de cet art assez peu instruits, pour mettre de la castine et de l'aubuë tout ensemble ou séparément, suivant qu'ils imaginent que leur mine est trop froide ou trop chaude, tandis que dans le réel toutes les mines de fer, du moins toutes

les mines en grains sont également fusibles, et ne diffèrent les unes des autres que par les matières dont elles sont mélangées, et point du tout par leurs qualités intrinsèques qui sont absolument les mêmes, et qui m'ont démontré que le fer, comme tout autre métal, est un dans la Nature.

On reconnoîtra par les laitiers si la proportion de la castine ou de l'aubuë que l'on jette au fourneau, pèche par excès ou par défaut. Lorsque les laitiers sont trop légers, spongieux et blancs, presque semblables à la pierre ponce, c'est une preuve certaine qu'il y a trop de matière calcaire; en diminuant la quantité de cette matière, on verra le laitier prendre plus de solidité, et former un verre ordinairement de couleur verdâtre qui file, s'étend et coule lentement au sortir du fourneau. Si au contraire le laitier est trop visqueux, s'il ne coule que très-difficilement, s'il faut l'arracher du sommet de la dame, on peut être sûr qu'il n'y a pas assez de castine, ou peut-être pas assez de charbon proportionnellement à la mine; la consistance et même la couleur du laitier, sont les indices les plus sûrs du bon ou du mauvais état du fourneau, et de la bonne ou mauvaise proportion des matières qu'on

y jette; il faut que le laitier coule seul et forme un ruisseau lent sur la pente qui s'étend du sommet de la dame au terrain; il faut que sa couleur ne soit pas d'un rouge trop vif ou trop foncé, mais d'un rouge pâle et blanchâtre; et lorsqu'il est refroidi, on doit trouver un verre solide, transparent et verdâtre, aussi pesant et même plus que le verre ordinaire. Rien ne prouve mieux le mauvais travail du fourneau ou la disproportion des mélanges, que les laitiers trop légers, trop pesans, trop obscurs; et ceux dans lesquels on remarque plusieurs petits trous ronds, gros comme les grains de mine, ne sont pas des laitiers proprement dits, mais de la mine brûlée qui ne s'est pas fondue.

Il y a encore plusieurs attentions nécessaires, et quelques précautions à prendre pour fondre les mines de fer avec la plus grande économie. Je suis parvenu, après un grand nombre d'essais réitérés, à ne consommer qu'une livre sept onces et demie, ou tout au plus une livre huit onces de charbon pour une livre de fonte; car avec 2,880 livres de charbon, lorsque mon fourneau est pleinement animé, j'obtiens constamment des gueuses de 1,875, 1,900 et

1,950 livres, et je crois que c'est le plus haut point d'économie auquel on puisse arriver; car M. Robert, qui, de tous les maîtres de cet art, est peut-être celui qui, par le moyen de son lavoir, a le plus épuré ses mines, consommoit néanmoins une livre dix onces de charbon pour chaque livre de fonte, et je doute que la qualité de ses fontes fût aussi parfaite que celle des miennes; mais cela dépend, comme je viens de le dire, d'un grand nombre d'observations et de précautions dont je vais indiquer les principales.

1°. La cheminée du fourneau, depuis la cuve jusqu'au gueulard, doit être circulaire et non pas à huit pans, comme étoit le fourneau de M. Robert, ou carrée comme le sont les cheminées de la plupart des fourneaux en France; il est bien aisé de sentir que dans un carré la chaleur se perd dans les angles sans réagir sur la mine, et que par conséquent on brûle plus de charbon pour en fondre la même quantité.

2°. L'ouverture du gueulard ne doit être que de la moitié du diamètre de la largeur de la cuve du fourneau; j'ai fait des fondages avec de très-grands et de très-petits gueulards; par exemple, de 3 pieds ½ de

diamètre, la cuve n'ayant que 5 pieds de diamètre, ce qui est à peu-près la proportion des fourneaux de Suède; et j'ai vu que chaque livre de fonte consommoit près de deux livres de charbon. Ensuite ayant rétréci la cheminée du fourneau, et laissant toujours à la cuve un diamètre de 5 pieds, j'ai réduit le gueulard à 2 pieds de diamètre, et dans ce fondage j'ai consommé une livre treize onces de charbon pour chaque livre de fonte. La proportion qui m'a le mieux réussi, et à laquelle je me suis tenu, est celle de 2 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre au gueulard, sur 5 pieds à la cuve; la cheminée formant un cône droit, portant sur des gueuses circulaires depuis la cuve au gueulard, le tout construit avec des briques capables de résister au plus grand feu. Je donnerai ailleurs la composition de ces briques, et les détails de la construction du fourneau, qui est toute différente de ce qui s'est pratiqué jusqu'ici, sur-tout pour la partie qu'on appelle l'*ouvrage dans le fourneau.*

5°. La manière de charger le fourneau ne laisse pas d'influer beaucoup plus qu'on ne croit sur le produit de la fusion; au lieu de charger, comme c'est l'usage, toujours du côté de la rustine, et de laisser

couler la mine en pente, de manière que ce côté de rustine est constamment plus chargé que les autres, il faut la placer au milieu du gueulard, l'élever en cône obtus, et ne jamais interrompre le cours de la flamme qui doit toujours envelopper le tas de mine tout autour, et donner constamment le même dégré de feu; par exemple, je fais charger communément six paniers de charbon de 40 livres chacun, sur huit mesures de mine de 55 livres chacune, et je fais couler à douze charges; j'obtiens communément 1,925 livres de fonte de la meilleure qualité; on commence, comme par-tout ailleurs, à mettre le charbon; j'observe seulement de ne me servir au fourneau que de charbon de bois de chêne, et je laisse pour les affineries le charbon des bois plus doux. On jette d'abord cinq paniers de ce gros charbon de bois de chêne, et le dernier panier qu'on impose sur les cinq autres, doit être d'un charbon plus menu, que l'on entasse et brise avec un rable, pour qu'il remplisse exactement les vuides que laissent entr'eux les gros charbons; cette précaution est nécessaire pour que la mine, dont les grains sont très-menus, ne perce pas trop vîte, et n'arrive pas trop tôt au bas

du fourneau. C'est aussi par la même raison, qu'avant d'imposer la mine sur ce dernier charbon, qui doit être non pas à fleur du gueulard, mais à deux pouces au dessous, il faut, suivant la nature de la mine, répandre une portion de la castine ou de l'aubuë, nécessaire à la fusion, sur la surface du charbon; cette couche de matière soutient la mine et l'empêche de percer. Ensuite on impose au milieu de l'ouverture une mesure de mine qui doit être mouillée, non pas assez pour tenir à la main, mais assez pour que les grains aient entr'eux quelque adhérence, et fassent quelques petites pelottes; sur cette première mesure de mine, on en met une seconde et on relève le tout en cône, de manière que la flamme l'enveloppe en entier, et s'il y a quelques points dans cette circonférence où la flamme ne perce pas, on enfonce un petit ringard pour lui donner jour, afin d'en entretenir l'égalité tout autour de la mine. Quelques minutes après, lorsque le cône de mine est affaissé de moitié ou des deux tiers, on impose de la même façon une troisième et une quatrième mesure, qu'on relève de même, et ainsi de suite jusqu'à la huitième mesure. On emploie quinze ou vingt minutes à char-

ger successivement la mine; cette manière est meilleure et bien plus profitable que la façon ordinaire qui est en usage, par laquelle on se presse de jeter, et toujours du même côté, la mine tout ensemble en moins de trois ou quatre minutes.

4°. La conduite du vent contribue beaucoup à l'augmentation du produit de la mine et de l'épargne du charbon; il faut dans le commencement du fondage donner le moins de vent qu'il est possible, c'est-à-dire, à peu près six coups de soufflets par minute, et augmenter peu-à-peu le mouvement pendant les quinze premiers jours, au bout desquels on peut aller jusqu'à onze et même jusqu'à douze coups de soufflets par minute; mais il faut encore que la grandeur des soufflets soit proportionnée à la capacité du fourneau, et que l'orifice de la tuyère soit placé d'un tiers plus près de la rustine que de la timpe, afin que le vent ne se porte pas trop du côté de l'ouverture qui donne passage au laitier. Les buses des soufflets doivent être posées à six ou sept pouces en dedans de la tuyère, et le milieu du creuset doit se trouver à-plomb du centre du gueulard : de cette manière le vent circule à peu près

également dans toute la cavité du fourneau, et la mine descend, pour ainsi dire, à-plomb, et ne s'attache que très-rarement et en petite quantité aux parois du fourneau; dès-lors il s'en brûle très-peu, et l'on évite les embarras qui se forment souvent par cette mine attachée, et les bouillonnemens qui arrivent dans le creuset, lorsqu'elle vient à se détacher et y tomber en masse; mais je renvoie les détails de la construction et de la conduite des fourneaux, à un autre mémoire, parce que ce sujet exige une très-longue discussion. Je pense que j'en ai dit assez pour que les maîtres de forges puissent m'entendre, et changer ou perfectionner leurs méthodes d'après la mienne. J'ajouterai seulement que par les moyens que je viens d'indiquer, et en ne pressant pas le feu, en ne cherchant point à accélérer les coulées, en n'augmentant de mine qu'avec précaution, en se tenant toujours au dessous de la quantité qu'on pourroit charger, on sera sûr d'avoir de très-bonne fonte grise, dont on tirera d'excellent fer, et qui sera toujours de même qualité, de quelque mine qu'il provienne; je puis l'assurer de toutes les mines en grain, puisque j'ai sur cela l'expérience la plus constante et les faits

les plus réitérés. Mes fers, depuis cinq ans, n'ont jamais varié pour la qualité, et néanmoins j'ai employé sept espèces de mine différentes; mais je n'ai garde d'assurer de même que les mines de fer en roche donneroient, comme celles en grain, du fer de même qualité; car celles qui contiennent du cuivre, ne peuvent guère produire que du fer aigre et cassant, de quelque manière qu'on voulût les traiter, parce qu'il est comme impossible de les purger de ce métal, dont le moindre mélange gâte beaucoup la qualité du fer; celles qui contiennent des pyrites et beaucoup de soufre, demanderoient à être traitées dans des petits fourneaux presque ouverts, ou à la manière des forges des Pyrénées; mais comme toutes les mines en grains, du moins toutes celles que j'ai eu occasion d'examiner (et j'en ai vu beaucoup, m'en étant procuré d'un grand nombre d'endroits), ne contiennent ni cuivre ni soufre, on sera certain d'avoir du très-bon fer et de la même qualité, en suivant les procédés que je viens d'indiquer. Et comme ces mines en grains sont, pour ainsi dire, les seules que l'on exploite en France, et qu'à l'exception des provinces du Dauphiné, de Bretagne, du Roussillon, du pays

de Foix, etc. où l'on se sert de mine en roche, presque toutes nos autres provinces n'ont que des mines en grains, les procédés que je viens de donner pour le traitement de ces mines en grains, seront plus généralement utiles au royaume, que les manières particulières de traiter les mines en roche, dont d'ailleurs on peut s'instruire dans Swedenborg et dans quelques autres auteurs.

Ces procédés, que tous les gens qui connoissent les forges peuvent entendre aisément, se réduisent à séparer d'abord, autant qu'il sera possible, toutes les matières étrangères qui se trouvent mêlées avec la mine; si l'on pouvoit en avoir le grain pur et sans aucun mélange, tous les fers, dans tout pays, seroient exactement de la même qualité; je me suis assuré, par un grand nombre d'essais, que toutes les mines en grains, ou plutôt que tous les grains des différentes mines sont à très-peu près de la même substance. Le fer est un dans la Nature, comme l'or et tous les autres métaux: et, dans les mines en grains, les différences qu'on y trouve ne viennent pas de la matière qui compose le grain, mais de celles qui se trouvent mêlées avec les grains, et que l'on n'en sépare pas avant de les faire fondre. La

seule différence que j'aie observée entre les grains des différentes mines que j'ai fait trier un à un pour faire mes essais, c'est que les plus petits sont ceux qui ont la plus grande pesanteur spécifique, et par conséquent ceux qui, sous le même volume, contiennent le plus de fer; il y a communément une petite cavité au centre de chaque grain; plus ils sont gros, plus ce vuide est grand; il n'augmente pas comme le volume seulement, mais en bien plus grande proportion; en sorte que les plus gros grains sont à peu près comme les géodes ou pierres d'aigle, qui sont elles-mêmes des gros grains de mine de fer, dont la cavité intérieure est très-grande; ainsi, les mines en grains très-menus sont ordinairement les plus riches; j'en ai tiré jusqu'à 49 et 50 par cent de fer en gueuse, et je suis persuadé que si je les avois épurées en entier, j'aurois obtenu plus de soixante par cent; car il y restoit environ un cinquième de sable vitrescible aussi gros et à peu près aussi pesant que le grain, et que je n'avois pu séparer; ce cinquième déduit sur cent, reste quatre-vingts, dont ayant tiré cinquante, on auroit par conséquent obtenu soixante-deux et demi. On demandera peut-être comment je pouvois m'assurer qu'il ne

restoit qu'un cinquième de matières hétérogènes dans la mine, et comment il faut faire, en général, pour reconnoître cette quantité : cela n'est point du tout difficile ; il suffit de peser exactement une demi-livre de la mine, la livrer ensuite à une petite personne attentive, once par once, et lui en faire trier tous les grains un à un ; ils sont toujours très-reconnoissables par leur luisant métallique ; et lorsqu'on les a tous triés, on pèse les grains d'un côté et les sablons de l'autre, pour reconnoître la proportion de leurs quantités.

Les métallurgistes qui ont parlé des mines de fer en roche, disent qu'il y en a quelques-unes de si riches, qu'elles donnent 70 et même 75 et davantage de fer en gueuse par cent : cela semble prouver que ces mines en roche sont en effet plus abondantes en fer que les mines en grain. Cependant j'ai quelque peine à le croire ; et, ayant consulté les mémoires de feu M. Jars qui a fait en Suède des observations exactes sur les mines, j'ai vu que, selon lui, les plus riches ne donnent que cinquante pour cent de fonte en gueuse. J'ai fait venir des échantillons de plusieurs mines de Suède, de celles des Pyrénées et de celles d'Alvard en Dau-

phiné, que M. le comte de Baral a bien voulu me procurer, en m'envoyant la note ci-jointe (1), et les ayant comparées à la balance hydrostatique avec nos mines en grains, elles se sont à la vérité trouvées plus pesantes; mais cette épreuve n'est pas concluante, à cause de la cavité qui se

---

(1) « La terre d'Alvard est composée du bourg d'Alvard et de cinq paroisses, dans lesquelles il peut y avoir près de six mille personnes, toutes occupées soit à l'exploitation des mines, soit à convertir les bois en charbon et aux travaux des fourneaux, forges et martinets; la hauteur des montagnes est pleine de rameaux de mines de fer, et elles y sont si abondantes qu'elles fournissent des mines à toute la province du Dauphiné. Les qualités en sont si fines et si pures, qu'elles ont toujours été absolument nécessaires pour la fabrique royale de canons de Saint-Gervais, d'où l'on vient les chercher à grands frais; ces mines sont toutes répandues dans le cœur des roches, où elles forment des rameaux, et dans lesquelles elles se renouvellent par une végétation continuelle.

Le fourneau est situé dans le centre des bois et des mines : c'est l'eau qui souffle le feu, et les courans d'eau sont immenses. Il n'y a par conséquent aucun soufflet, mais l'eau tombe dans des arbres creusés dans de grands tonneaux, y attire une quantité d'air immense, qui va, par un conduit, souffler le fourneau; l'eau, plus pesante, s'enfuit par d'autres conduits ».

trouve dans chaque grain de nos mines, dont on ne peut pas estimer au juste, ni même à peu près le rapport avec le volume total du grain. Et l'épreuve chymique que M. Sage a faite, à ma prière, d'un morceau de mine de fer cubique, semblable à celui de Sibérie, que mes tireurs de mine ont trouvé dans le territoire de Montbard, semble confirmer mon opinion. M. Sage n'en ayant tiré que cinquante pour cent (1);

(1) Cette mine est brune, fait feu avec le briquet, et est minéralisée par l'acide marin. On remarque dans sa fracture des petits points brillans de pyrites martiales; dans les fentes, on trouve des cubes de fer de deux lignes de diamètre, dont les surfaces sont striées; les stries sont opposées suivant les faces : ce caractère se remarque dans les mines de fer de Sibérie; cette mine est absolument semblable à celle de ce pays, par la couleur, la configuration des cristaux et les minéralisations; elle en diffère en ce qu'elle ne contient point d'or.

Par la distillation au fourneau du réverbère, j'ai retiré de six cents grains de cette mine, vingt gouttes d'eau insipide et très-claire; j'avois enduit d'huile de tartre par défaillance, le récipient que j'avois adapté à la cornue; la distillation finie, je l'ai trouvé obscurci par des cristaux cubiques de sel fébrifuge de *Sylvius*.

Le résidu de la distillation étoit d'un rouge-pourpre, et avoit diminué de dix livres par quintal.

J'ai retiré de cette mine cinquante-deux livres de fer par quintal; il étoit très-ductile.

cette mine est toute différente de nos mines en grains, le fer y étant contenu en masses de figure cubique; au lieu que tous nos grains sont toujours plus ou moins arrondis, et que, quand ils forment une masse, ils ne sont, pour ainsi dire, qu'aglutinés par un ciment terreux facile à diviser; au lieu que dans cette mine cubique, ainsi que dans toutes les autres vraies mines en roche, le fer est intimement uni avec les autres matières qui composent leur masse. J'aurois bien desiré faire l'épreuve en grand de cette mine cubique, mais on n'en a trouvé que quelques petits morceaux dispersés çà et là dans les fouilles des autres mines, et il m'a été impossible d'en rassembler assez pour en faire l'essai dans mes fourneaux.

Les essais en grand des différentes mines de fer, sont plus difficiles et demandent plus d'attention qu'on ne l'imagineroit. Lorsqu'on veut fondre une nouvelle mine, et en comparer au juste le produit avec celui des mines dont on usoit précédemment, il faut prendre le tems où le fourneau est en plein exercice, et s'il consomme dix mesures de mine par charge, ne lui en donner que sept ou huit de la nouvelle mine; il m'est arrivé d'avoir fort embarrassé mon

fourneau

fourneau, faute d'avoir pris cette précaution, parce qu'une mine dont on n'a point encore usé, peut exiger plus de charbon qu'une autre, ou plus ou moins de vent, plus ou moins de castine ; et pour ne rien risquer, il faut commencer par une moindre quantité, et charger ainsi jusqu'à la première coulée. Le produit de cette première coulée est une fonte mélangée environ par moitié de la mine ancienne et de la nouvelle ; et ce n'est qu'à la seconde, et quelquefois même à la troisième coulée, que l'on a sans mélange la fonte produite par la nouvelle mine; si la fusion s'en fait avec succès, c'est-à-dire, sans embarrasser le fourneau, et si les charges descendent promptement, on augmentera la quantité de mine par demi-mesure, non pas de charge en charge, mais seulement de coulées en coulées, jusqu'à ce qu'on parvienne au point d'en mettre la plus grande quantité qu'on puisse employer, sans gâter sa fonte. C'est ici le point essentiel, et auquel tous les gens de cet art manquent par raison d'intérêt : comme ils ne cherchent qu'à faire la plus grande quantité de fonte, sans trop se soucier de la qualité, qu'ils payent même leur fondeur au millier, et qu'ils en sont

d'autant plus contens, que cet ouvrier coule plus de fonte toutes les 24 heures ; ils ont coutume de faire charger le fourneau d'autant de mine qu'il peut en supporter sans s'obstruer ; et par ce moyen au lieu de 400 milliers de bonne fonte qu'ils feroient en quatre mois, ils en font dans ce même espace de tems 5 ou 600 milliers. Cette fonte, toujours très-cassante et très-blanche, ne peut produire que du fer très-médiocre ou mauvais ; mais comme le débit en est plus assuré que celui du bon fer qu'on ne peut pas donner au même prix, et qu'il y a beaucoup plus à gagner, cette mauvaise pratique s'est introduite dans presque toutes les forges, et rien n'est plus rare que les fourneaux où l'on fait de bonnes fontes. On verra dans le mémoire suivant, où je rapporte les expériences que j'ai faites au sujet des canons de la marine, combien les bonnes fontes sont rares, puisque celle même dont on se sert pour les canons, n'est pas à beaucoup près d'une aussi bonne qualité qu'on pourroit et qu'on devroit la faire.

Il en coûte à peu près un quart de plus pour faire de la bonne fonte que pour en faire de la mauvaise ; ce quart, que dans la plupart de nos provinces, on peut éva-

luer à 10 francs par millier, produit une différence de 15 francs sur chaque millier de fer ; et ce bénéfice qu'on ne fait qu'en trompant le public, c'est-à-dire, en lui donnant de la mauvaise marchandise, au lieu de lui en fournir de la bonne, se trouve encore augmenté de près du double par la facilité avec laquelle ces mauvaises fontes coulent à l'affinerie ; elles demandent beaucoup moins de charbon, et encore moins de travail pour être converties en fer : de sorte qu'entre la fabrication du bon fer et du mauvais fer, il se trouve nécessairement, et tout au moins une différence de 25 francs. Et néanmoins dans le commerce, tel qu'il est aujourd'hui et depuis plusieurs années, on ne peut espérer de vendre le bon fer que 10 francs tout au plus au dessus du mauvais ; il n'y a donc que les gens qui veulent bien, pour l'honneur de leur manufacture, perdre 15 francs par millier de fer, c'est-à-dire, environ 2,000 écus par ans, qui fassent le bon fer. Perdre, c'est-à-dire, gagner moins ; car avec de l'intelligence, et en se donnant beaucoup de peine, on peut encore trouver quelque bénéfice en faisant du bon fer ; mais ce bénéfice est si médiocre, en comparaison

du gain qu'on fait sur le fer commun, qu'on doit être étonné qu'il y ait encore quelques manufactures qui donnent du bon fer. En attendant qu'on réforme cet abus, suivons toujours notre objet; si l'on n'écoute pas ma voix aujourd'hui, quelque jour on y obéira en consultant mes écrits, et l'on sera fâché d'avoir attendu si long-tems à faire un bien qu'on pourroit faire dès demain, en proscrivant l'entrée des fers étrangers dans le royaume, ou en diminuant les droits de la marque des fers.

Si l'on veut donc avoir, je ne dis pas de la fonte parfaite et telle qu'il la faudroit pour les canons de la marine, mais seulement de la fonte assez bonne pour faire du fer liant, moitié nerf et moitié grain, du fer, en un mot, aussi bon et meilleur que les fers étrangers; on y parviendra très-aisément par les procédés que je viens d'indiquer. On a vu dans le quatrième mémoire, où j'ai traité de la tenacité du fer, combien il y a de différence pour la force et pour la durée, entre le bon et le mauvais fer; mais je me borne dans celui-ci à ce qui a rapport à la fusion des mines, et à leur produit en fonte: pour m'assurer de leur qualité, et reconnoître, en même tems, si elle ne varie pas,

mes gardes-fourneaux ne manquent jamais de faire un petit enfoncement horizontal d'environ trois pouces de profondeur à l'extrémité antérieure du moule de la gueuse; on casse le petit morceau, lorsqu'on la sort du moule, et on l'enveloppe d'un morceau de papier, portant le même numéro que celui de la gueuse; j'ai de chacun de mes fondages deux ou trois cents de ces morceaux numérotés, par lesquels je connois, non seulement le grain et la couleur de mes fontes, mais aussi la différence de leur pesanteur spécifique, et par-là je suis en état de prononcer d'avance sur la qualité du fer que chaque gueuse produira; car, quoique la mine soit la même, et qu'on suive les mêmes procédés au fourneau, le changement de la température de l'air, le haussement ou le baissement des eaux, le jeu des soufflets, plus ou moins soutenu, les retardemens causés par les glaces ou par quelqu'accident aux roues, aux harnois ou à la tuyère, et au creuset du fourneau, rendent la fonte assez différente d'elle-même, pour qu'on soit forcé d'en faire un choix, si l'on veut avoir du fer toujours de même qualité. En général, il faut pour qu'il soit de cette bonne qualité, que la couleur de la fonte soit d'un

gris un peu brun, que le grain en soit presque aussi fin que celui de l'acier commun, que le poids spécifique soit d'environ 504 ou 505 livres par pied cube, et qu'en même tems elle soit d'une si grande résistance, qu'on ne puisse casser les gueuses avec la masse.

Tout le monde sait que, quand on commence un fondage, on ne met d'abord qu'une petite quantité de mine, un sixième, un cinquième et tout au plus un quart de la quantité qu'on mettra dans la suite, et qu'on augmente peu-à-peu cette première quantité, pendant les premiers jours, parce qu'il en faut au moins quinze pour que le fond du fourneau soit échauffé; on donne aussi assez peu de vent dans ces commencemens, pour ne pas détruire le creuset et les étalages du fourneau, en leur faisant subir une chaleur trop vive et trop subite. Il ne faut pas compter sur la qualité des fontes que l'on tire pendant ces premiers quinze ou vingt jours; comme le fourneau n'est pas encore réglé, le produit en varie suivant les différentes circonstances; mais, lorsque le fourneau a acquis le dégré de chaleur suffisant, il faut bien examiner la fonte et s'en tenir à la quantité de mine qui donne

la meilleure; une mesure sur dix suffit souvent pour en changer la qualité; ainsi, l'on doit toujours se tenir au dessous de ce que l'on pourroit fondre avec la même quantité de charbon, qui ne doit jamais varier, si l'on conduit bien son fourneau. Mais je réserve les détails de cette conduite du fourneau, et tout ce qui regarde sa forme et sa construction, pour l'article où je traiterai du fer en particulier dans l'histoire des minéraux, et je me bornerai ici aux choses les plus générales et les plus essentielles de la fusion des mines.

Le fer étant, comme je l'ai dit, toujours de même nature dans toutes les mines en grains, on sera donc sûr, en les nettoyant et en les traitant comme je viens de le dire, d'avoir toujours de la fonte d'une bonne et même qualité; on le reconnoîtra, non seulement à la couleur, à la finesse du grain, à la pesanteur spécifique, mais encore à la tenacité de la matière; la mauvaise fonte est très-cassante, et si l'on veut en faire des plaques minces et des côtés de cheminées, le seul coup de l'air les fait fendre au moment que ces pièces commencent à se refroidir, au lieu que la bonne fonte ne casse jamais, quelque mince qu'elle soit. On

peut même reconnoître au son la bonne ou la mauvaise qualité de la fonte ; celle qui sonne le mieux est toujours la plus mauvaise, et lorsqu'on veut en faire des cloches, il faut, pour qu'elles résistent à la percussion du battant, leur donner plus d'épaisseur qu'aux cloches de bronze, et choisir de préférence une mauvaise fonte, car la bonne sonneroit mal.

Au reste, la fonte de fer n'est point encore un métal ; ce n'est qu'une matière mêlée de fer et de verre, qui est bonne ou mauvaise, suivant la quantité dominante de l'un ou de l'autre. Dans toutes les fontes noires, brunes et grises, dont le grain est fin et serré, il y a beaucoup plus de fer que de verre ou d'autre matière hétérogène ; dans toutes les fontes blanches, où l'on voit plutôt des lames et des écailles que des grains, le verre est peut-être plus abondant que le fer ; c'est par cette raison qu'elles sont plus légères et très-cassantes. Le fer qui en provient conserve les mêmes qualités. On peut à la vérité corriger un peu cette mauvaise qualité de la fonte, par la manière de la traiter à l'affinerie, mais l'art du marteleur est, comme celui du fondeur, un pauvre petit métier, dont il n'y a que les maîtres de forge

ignorans qui soient dupes : jamais la mauvaise fonte ne peut produire d'aussi bon fer que la bonne. Jamais le marteleur ne peut réparer pleinement ce que le fondeur a gâté.

Cette manière de fondre la mine de fer et de la faire couler en gueuses, c'est-à-dire, en gros lingots de fonte, quoique la plus générale, n'est peut-être pas la meilleure ni la moins dispendieuse ; on a vu, par le résultat des expériences que j'ai citées dans ce mémoire, qu'on peut faire d'excellent fer, et même de très-bon acier sans les faire passer par l'état de la fonte. Dans nos provinces voisines des Pyrénées, en Espagne, en Italie, en Stirie et dans quelques autres endroits, on tire immédiatement le fer de la mine sans le faire couler en fonte. On fond ou plutôt on ramollit la mine sans fondant, c'est-à-dire, sans castine, dans des petits fourneaux dont je parlerai dans la suite ; et on en tire des loupes ou des masses de fer déjà pur, qui n'a point passé par l'état de la fonte, qui s'est formé par une demi-fusion, par une espèce de coagulation de toutes les parties ferrugineuses de la mine : ce fer fait par coagulation est certainement le meilleur de tous ; on pourroit l'appeler

fer à 24 karats, car, au sortir du fourneau, il est déjà presque aussi pur que celui de la fonte qu'on a purifiée par deux chaudes au feu de l'affinerie. Je crois donc cette pratique excellente; je suis même persuadé que c'est la seule manière de tirer immédiatement de l'acier de toutes les mines, comme je l'ai fait dans mes fourneaux de 14 pieds de hauteur; mais n'ayant fait exécuter que l'été dernier 1772, les petits fourneaux des Pyrénées, d'après un mémoire envoyé à l'académie des sciences, j'y ai trouvé des difficultés qui m'ont arrêté, et me forcent à renvoyer à un autre mémoire tout ce qui a rapport à cette manière de fondre les mines de fer.

DIXIÈME MÉMOIRE.

Observations et expériences faites dans la vue d'améliorer les canons de la marine.

LES canons de la marine sont de fonte de fer, en France comme en Angleterre, en Hollande et par-tout ailleurs. Deux motifs ont pu donner également naissance à cet usage; le premier est celui de l'économie; un canon de fer coulé coûte beaucoup moins qu'un canon de fer battu, et encore beaucoup moins qu'un canon de bronze; et cela seul a peut-être suffi pour les faire préférer, d'autant que le second motif vient à l'appui du premier. On prétend, et je suis très-porté à le croire, que les canons de bronze, dont quelques-uns de nos vaisseaux de parade sont armés, rendent dans l'instant de l'explosion un son si violent, qu'il en résulte dans l'oreille de tous les habitans du vaisseau un tintement assourdissant, qui leur feroit perdre en peu de tems le sens

de l'ouïe. On assure, d'autre côté, que les canons de fer battu, sur lesquels on pourroit, par l'épargne de la matière, regagner une partie des frais de la fabrication, ne doivent point être employés sur les vaisseaux, par cette raison même de leur légèreté qui paroîtroit devoir les faire préférer; l'explosion les fait sauter dans les sabords, où l'on ne peut, dit-on, les retenir invinciblement, ni même assez pour les diriger à coup sûr. Si cet inconvénient n'est pas réel, ou si l'on pouvoit y parer, nul doute que les canons de fer forgé ne dussent être préférés à ceux de fer coulé; ils auroient moitié plus de légèreté et plus du double de résistance. Le maréchal de Vauban en avoit fait fabriquer de très-beaux, dont il restoit encore, ces années dernières, quelques tronçons à la manufacture de Charleville (1). Le travail

(1) Une personne très-versée dans la connoissance de l'art des forges, m'a donné la note suivante.

« Il me paroît que l'on peut faire des canons de fer battu, qui seroient beaucoup plus sûrs et plus légers que les canons de fer coulé, et voici les proportions sur lesquelles il faudroit en tenter les expériences.

» Les canons de fer battu, de quatre livres de balles,

n'en seroit pas plus difficile que celui des ancres, et une manufacture aussi bien montée pour cet objet, que l'est celle (*) de M. de la Chaussade, pour les ancres, pourroit être d'une très-grande utilité.

Quoi qu'il en soit, comme ce n'est pas

(*) A Guérigny près de Nevers.

---

auront sept pouces et demi d'épaisseur à leur plus grand diamètre.

» Ceux de huit, dix pouces.

» Ceux de douze, un pied.

» Ceux de vingt-quatre livres, 14 pouces.

» Ceux de trente-six livres, 16 pouces $\frac{1}{2}$.

» Ces proportions sont plutôt trop fortes que trop foibles; peut-être pourra-t-on les réduire à 6 pouces $\frac{1}{2}$ pour les canons de 4; ceux de huit livres, à 8 pouces $\frac{1}{2}$; ceux de 12 livres, à 9 pouces $\frac{1}{2}$; ceux de vingt-quatre, à 12 pouces; et ceux de trente-six à 14 pouces.

» Les longueurs pour les canons de quatre, seront de 5 pieds $\frac{1}{2}$; ceux de huit, de 7 pieds de longueur; ceux de douze livres, 7 pieds 9 pouces de longueur; ceux de vingt-quatre, 8 pieds 9 pouces; ceux de trente-six, 9 pieds 2 pouces de longueur

» L'on pourroit même diminuer ces proportions de longueur assez considérablement, sans que le service en souffrît, c'est-à-dire, faire les canons de quatre, de 5 pieds de longueur seulement; ceux de huit livres, de 6 pieds 8 pouces de longueur; ceux de

l'état actuel des choses, nos observations ne porteront que sur les canons de fer coulé; on s'est beaucoup plaint, dans ces derniers tems, de leur peu de résistance : malgré la rigueur des épreuves, quelques-uns ont crevé sur nos vaisseaux; accident terrible, et qui n'arrive jamais sans grand dommage

---

douze livres, à 7 pieds de longueur; ceux de vingt-quatre, à 7 pieds 10 pouces; et ceux de trente-six, à 8 pieds, et peut-être même encore au-dessous.

» Or, il ne paroît pas bien difficile, 1° de faire des canons de quatre livres qui n'auroient que 5 pieds de longueur sur 6 pouces ½ d'épaisseur dans leur plus grand diamètre; il suffiroit pour cela de souder ensemble quatre barres de 3 pouces forts en carré, et d'en former un cylindre massif de 6 pouces ½ de diamètre, sur 5 pieds de longueur; et comme cela ne seroit pas praticable dans les chaufferies ordinaires, ou du moins que cela deviendroit très-difficile, il faudroit établir des fourneaux de réverbère, où l'on pourroit chauffer ces barres dans toute leur longueur pour les souder ensuite ensemble, sans être obligé de les remettre plusieurs fois au feu. Ce cylindre une fois formé, il sera facile de le forer et tourner, car le fer battu obéit bien plus aisément au foret que le fer coulé.

» Pour les canons de huit livres qui ont 6 pieds 8 pouces de longueur, sur 8 pouces ½ d'épaisseur, il faudroit souder ensemble neuf barres de 3 pouces foibles en carré chacune, en les faisant toutes chauffer

et perte de plusieurs hommes. Le ministère voulant remédier à ce mal, ou plutôt le prévenir pour la suite, informé que je faisois à mes forges, des expériences sur la qualité de la fonte, me demanda mes conseils en 1768, et m'invita à travailler sur ce sujet important; je m'y livrai avec zèle, et de

---

ensemble au même fourneau de réverbère, pour en faire un cylindre plein de 8 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre.

» Pour les canons de douze livres de balles qui doivent avoir 10 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, on pourra les faire avec neuf barres de 3 pouces $\frac{1}{2}$ carrés, que l'on soudera toutes ensemble par les mêmes moyens.

» Et pour les canons de vingt-quatre, avec seize barres de 3 pouces en carré.

» Comme l'exécution de cette espèce d'ouvrage devient beaucoup plus difficile pour les gros canons que pour les petits, il sera juste et nécessaire de les payer à proportion plus cher.

» Le prix du fer battu est ordinairement de deux tiers plus haut que celui du fer coulé. Si l'on paye vingt francs le quintal les canons de fer coulé, il faudra donc payer ceux-ci soixante livres le quintal; mais comme ils seront beaucoup plus minces que ceux de fer coulé, je crois qu'il seroit possible de les faire fabriquer à quarante livres le quintal, et peut-être au dessous.

» Mais quand même ils coûteroient quarante livres, il y auroit encore beaucoup à gagner; 1° pour la sûreté du service; car ces canons ne creveroient pas, ou s'ils venoient à crever, ils n'éclateroient jamais,

concert avec M. le vicomte de Morogues, homme très-éclairé; je donnai, dans ce tems et dans les deux années suivantes, quelques observations au ministre, avec les expériences faites et celles qui restoient à faire pour perfectionner les canons; j'en ignore aujourd'hui le résultat et le succès; le ministre de la marine ayant changé, je n'ai plus entendu parler ni d'expériences ni de canons. Mais cela ne doit pas m'empêcher de donner, sans qu'on me le demande, les choses utiles que j'ai pu trouver, en m'occupant pendant deux à trois ans de ce travail; et c'est ce qui fera le sujet de ce mémoire, qui tient de si près à celui où j'ai traité de la fusion des mines

---

et ne feroient que se fendre; ce qui ne causeroit aucun malheur.

2°. » Ils résisteroient beaucoup plus à la rouille, et dureroient pendant des siècles; ce qui est un avantage très-considérable.

3°. » Comme on les foreroit aisément, la direction de l'ame en seroit parfaite.

4°. » Comme la matière en est homogène par-tout, il n'y auroit jamais ni cavités ni chambres.

5°. » Enfin, comme ils seroient beaucoup plus légers, ils chargeroient beaucoup moins, tant sur mer que sur terre, et seroient plus aisés à manœuvrer ».

de

de fer, qu'on peut l'en regarder comme une suite.

Les canons se fondent en situation perpendiculaire, dans des moules de plusieurs pieds de profondeur, la culasse au fond et la bouche en haut : comme il faut plusieurs milliers de matière en fusion pour faire un gros canon plein et chargé de la masse qui doit le comprimer à sa partie supérieure, on étoit dans le préjugé qu'il falloit deux, et même trois fourneaux, pour fondre du gros canon. Comme les plus fortes gueuses, que l'on coule dans les plus grands fourneaux, ne sont que de deux mille cinq cents ou tout au plus trois mille livres, et que la matière en fusion ne séjourne jamais que douze ou quinze heures dans le creuset du fourneau, on imaginoit que le double ou le triple de cette quantité de matière en fusion, qu'on seroit obligé de laisser pendant trente-six ou quarante heures dans le creuset avant de la couler, non seulement pouvoit détruire le creuset, mais même le fourneau par son bouillonnement et son explosion ; au moyen de quoi on avoit pris le parti qui paroissoit le plus prudent, et on couloit les gros canons, en tirant en même tems, ou successivement, la fonte de deux

ou trois fourneaux, placés de manière que les trois ruisseaux de fonte pouvoient arriver en même tems dans le moule.

Il ne faut pas beaucoup de réflexion pour sentir que cette pratique est mauvaise ; il est impossible que la fonte de chacun de ces fourneaux soit au même dégré de chaleur, de fluidité ; par conséquent, le canon se trouve composé de deux ou trois matières différentes, en sorte que plusieurs de ses parties, et souvent un côté tout entier se trouve nécessairement d'une matière moins bonne et plus foible que le reste ; ce qui est le plus grand de tous les inconvéniens en fait de résistance, puisque l'effort de la poudre, agissant également de tous côtés, ne manque jamais de se faire jour par le plus foible. Je voulus donc essayer et voir en effet s'il y avoit quelque danger à tenir, pendant plus de tems qu'on ne le fait ordinairement, une plus grande quantité de matière en fusion : j'attendis pour cela que le creuset de mon fourneau, qui avoit 18 pouces de largeur, sur quatre pieds de longueur et 18 pouces de hauteur, fût encore élargi par l'action du feu, comme cela arrive toujours vers la fin du fondage ; j'y laissai amasser de la fonte pendant trente-six

heures ; il n'y eut ni explosion ni autre bouillonnement que ceux qui arrivent quelquefois quand il tombe des matières crues dans le creuset ; je fis couler après les trente-six heures, et l'on eut trois gueuses, pesant ensemble quatre mille six cents livres, d'une très-bonne fonte.

Par une seconde expérience, j'ai gardé la fonte pendant quarante-huit heures sans aucun inconvénient ; ce long séjour ne fait que la purifier davantage, et par conséquent en diminuer le volume en augmentant la masse ; comme la fonte contient une grande quantité de parties hétérogènes, dont les unes se brûlent, et les autres se convertissent en verre : l'un des plus grands moyens de la dépurer, est de la laisser séjourner au fourneau.

M'étant donc bien assuré que le préjugé de la nécessité de deux ou trois fourneaux étoit très-mal fondé, je proposai de réduire à un seul les fourneaux de Ruelle en Angoumois (1), où l'on fond nos gros canons ; ce

---

(1) Voici l'extrait de cette proposition faite au ministre.

Comme les canons de gros calibre, tels que ceux de trente-six et de vingt-quatre, supposent un grand

conseil fut suivi et exécuté par ordre du ministre ; on fondit sans inconvénient et avec tout succès, à un seul fourneau, des canons de vingt-quatre, et je ne sais si l'on n'a pas fondu depuis des canons de trente-six ; car j'ai tout lieu de présumer qu'on réussiroit également. Ce premier point une fois obtenu, je cherchai s'il n'y avoit pas encore d'autres causes qui pouvoient contribuer à la fragilité de nos canons, et j'en trouvai en effet qui y contribuent plus encore que l'inégalité de l'étoffe dont on les composoit en les coulant à deux ou trois fourneaux.

---

volume de fer en fusion, on se sert ordinairement de trois, ou tout au moins de deux fourneaux pour les couler. La mine fondue dans chacun de ces fourneaux, arrive dans le moule par autant de ruisseaux particuliers. Or, cette pratique me paroît avoir les plus grands inconvéniens ; car il est certain que chacun de ces fourneaux donne une fonte de différente espèce, en sorte que leur mélange ne peut se faire d'une manière intime, ni même en approcher. Pour le voir clairement, ne supposons que deux fourneaux, et que la fonte de l'un arrive à droite, et la fonte de l'autre arrive à gauche dans le moule du canon ; il est certain que l'une de ces deux fontes étant ou plus pesante, ou plus légère, ou plus chaude, ou plus froide, ou, etc. que l'autre, elles ne se

La première de ces causes est le mauvais usage qui s'est établi depuis plus de vingt ans, de faire tourner la surface extérieure des canons ; ce qui les rend plus agréables à la vue ; il en est cependant du canon comme du soldat, il vaut mieux qu'il soit robuste qu'élégant ; et ces canons tournés, polis et guillochés, ne doivent point en imposer aux yeux des braves officiers de notre marine ; car il me semble qu'on peut démontrer qu'ils sont non seulement beaucoup plus foibles, mais aussi d'une bien moindre durée. Pour peu qu'on soit versé dans la connoissance de la fusion des mines

---

mêleront pas, et que par conséquent l'un des côtés du canon sera plus foible que l'autre ; que dès-lors il résistera moins d'un côté que de l'autre, et qu'ayant le défaut d'être composé de deux matières différentes, le ressort de ces parties, ainsi que leur cohérence ne sera pas égale, et que par conséquent ils résisteront moins que ceux qui seroient faits d'une matière homogène. Il n'est pas moins certain que si l'on veut forer ces canons, le foret trouvant plus de résistance d'un côté que de l'autre, se détournera de la perpendiculaire du côté le plus tendre, et que la direction de l'intérieur du canon prendra de l'obliquité, etc. Il me paroît donc qu'il faudroit tâcher de fondre les canons de fer coulé avec un seul fourneau, et je crois la chose très-possible.

K 3

de fer, on aura remarqué en coulant des enclumes, des boulets, et à plus forte raison des canons, que la force centrifuge de la chaleur pousse à la circonférence la partie la plus massive et la plus pure de la fonte; il ne reste au centre que ce qu'il y a de plus mauvais, et souvent même il s'y forme une cavité. Sur un nombre de boulets que l'on fera casser, on en trouvera plus de moitié qui auront une cavité dans le centre, et dans tous les autres une matière plus poreuse que le reste du boulet : on remarquera de plus, qu'il y a plusieurs rayons qui tendent du centre à la circonférence, et que la matière est plus compacte et de meilleure qualité à mesure qu'elle est plus éloignée du centre. On observera encore que l'écorce du boulet, de l'enclume ou du canon, est beaucoup plus dure que l'intérieur; cette dureté plus grande provient de la trempe que l'humidité du moule donne à l'extérieur de la pièce, et elle pénètre jusqu'à trois lignes d'épaisseur dans les petites pièces, et à une ligne et demie dans les grosses. C'est en quoi consiste la plus grande force du canon; car cette couche extérieure réunit les extrémités de tous les rayons divergens dont je viens de parler, qui sont

les lignes par où se feroit la rupture ; elle sert de cuirasse au canon, elle en est la partie la plus pure, et, par sa grande dureté, elle contient toutes les parties intérieures qui sont plus molles, et céderoient sans cela plus aisément à la force de l'explosion. Or, que fait-on lorsque l'on tourne les canons ? On commence par enlever au ciseau poussé par le marteau, toute cette surface extérieure que les couteaux du tour ne pourroient entamer ; on pénètre dans l'extérieur de la pièce jusqu'au point où elle se trouve assez douce pour se laisser tourner, et on lui enlève en même tems, par cette opération, peut-être un quart de sa force.

Cette couche extérieure, que l'on a si grand tort d'enlever, est en même tems la cuirasse et la sauve-garde du canon ; non seulement elle lui donne toute la force de résistance qu'il doit avoir, mais elle le défend encore de la rouille qui ronge en peu de tems ces canons tournés ; on a beau les lustrer avec de l'huile, les peindre ou les polir ; comme la matière de la surface extérieure est aussi tendre que tout le reste, la rouille y mord avec mille fois plus d'avantage que sur ceux dont la surface est ga-

rantie par la trempe. Lorsque je fus donc convaincu, par mes propres observations, du préjudice que portoit à nos canons cette mauvaise pratique, je donnai au ministre mon avis motivé, pour qu'elle fût proscrite; mais je ne crois pas qu'on ait suivi cet avis, parce qu'il s'est trouvé plusieurs personnes, très-éclairées d'ailleurs, et nommément M. de Morogues, qui ont pensé différemment. Leur opinion si contraire à la mienne, est fondée sur ce que la trempe rend le fer plus cassant, et dès-lors, ils regardent la couche extérieure, comme la plus foible et la moins résistante de toutes les parties de la pièce, et concluent qu'on ne lui fait pas grand tort de l'enlever; ils ajoutent que, si l'on veut même remédier à ce tort, il n'y a qu'à donner aux canons quelques lignes d'épaisseur de plus.

J'avoue que je n'ai pu me rendre à ces raisons; il faut distinguer dans la trempe, comme dans toute autre chose, plusieurs états et même plusieurs nuances. Le fer et l'acier chauffés à blanc et trempés subitement dans une eau très-froide, deviennent très-cassans; trempés dans une eau moins froide, ils sont beaucoup moins cassans, et, dans de l'eau chaude, la trempe ne leur

donne aucune fragilité sensible. J'ai sur cela des expériences qui me paroissent décisives. Pendant l'été dernier 1772, j'ai fait tremper dans l'eau de la rivière, qui étoit assez chaude pour s'y baigner, toutes les barres de fer qu'on forgeoit à un des feux de ma forge, et comparant ce fer avec celui qui n'étoit pas trempé, la différence du grain n'en étoit pas sensible, non plus que celle de leur résistance à la masse, lorsqu'on les cassoit. Mais ce même fer travaillé de la même façon par les mêmes ouvriers, et trempé cet hiver dans l'eau de la même rivière, qui étoit presque glacée par-tout, est non seulement devenu fragile, mais a perdu en même tems tout son nerf, en sorte qu'on auroit cru que ce n'étoit plus le même fer. Or, la trempe qui se fait à la surface du canon, n'est assurément pas une trempe à froid; elle n'est produite que par la petite humidité qui sort du moule déjà bien séché; il ne faut donc pas en raisonner, comme d'une autre trempe à froid, ni en conclure qu'elle rend cette couche extérieure beaucoup plus cassante qu'elle ne le seroit sans cela. Je supprime plusieurs autres raisons que je pourrois alléguer, parce que la chose me paroît assez claire.

Un autre objet, sur lequel il n'est pas aussi aisé de prononcer affirmativement, c'est la pratique où l'on est actuellement de couler les canons pleins, pour les forer ensuite avec des machines difficiles à exécuter, et encore plus difficiles à conduire, au lieu de les couler creux, comme on le faisoit autrefois; et dans ce tems, nos canons crevoient moins qu'aujourd'hui. J'ai balancé les raisons pour et contre, et je vais les présenter ici. Pour couler un canon creux, il faut établir un noyau dans le moule, et le placer avec la plus grande précision, afin que le canon se trouve partout de l'épaisseur requise, et qu'un côté ne soit pas plus fort que l'autre; comme la matière en fusion tombe entre le noyau et le moule, elle a beaucoup moins de force centrifuge; et dès-lors la qualité de la matière est moins inégale dans le canon coulé creux, que dans le canon coulé plein; mais aussi cette matière, par la raison même qu'elle est moins inégale, est au total moins bonne dans le canon creux, parce que les impuretés qu'elle contient s'y trouvent mêlées par-tout; au lieu que dans le canon coulé plein, cette mauvaise matière reste au centre et se sépare ensuite du canon par

l'opération des forets. Je penserois donc, par cette première raison, que les canons forés doivent être préférés aux canons à noyau. Si l'on pouvoit cependant couler ceux-ci avec assez de précision pour n'être pas obligé de toucher à la surface intérieure; si, lorsqu'on tire le noyau, cette surface se trouvoit assez unie, assez égale dans toutes ses directions pour n'avoir pas besoin d'être calibrée, et par conséquent en partie détruite par l'instrument d'acier, ils auroient un grand avantage sur les autres, parce que, dans ce cas, la surface intérieure se trouveroit trempée comme la surface extérieure, et dès-lors la résistance de la pièce se trouveroit bien plus grande. Mais notre art ne va pas jusque-là; on étoit obligé de ratisser à l'intérieur toutes les pièces coulées creux afin de les calibrer : en les forant, on ne fait que la même chose, et on a l'avantage d'ôter toute la mauvaise matière qui se trouve autour du centre de la pièce coulée plein; matière qui reste au contraire dispersée dans toute la masse de la pièce coulée creux.

D'ailleurs, les canons coulés plein sont beaucoup moins sujets aux soufflures, aux chambres, aux gerçures ou fausses sou-

dures, etc. Pour bien couler les canons à noyau et les rendre parfaits, il faudroit des évents, au lieu que les canons pleins n'en ont aucun besoin ; comme ils ne touchent à la terre ou au sable dont leur moule est composé, que par la surface extérieure, qu'il est rare si ce moule est bien préparé, bien séché, qu'il s'en détache quelque chose, que, pourvu qu'on ne fasse pas tomber la fonte trop précipitamment et qu'elle soit bien liquide, elle ne retient ni les bulles de l'air, ni celles des vapeurs qui s'exhalent à mesure que le moule se remplit dans toute sa cavité ; il ne doit pas se trouver autant de ces défauts à beaucoup près dans cette matière coulée pleine, que dans celle où le noyau rendant à l'intérieur son air et son humidité, ne peut guère manquer d'occasionner des soufflures et des chambres qui se formeront d'autant plus aisément que l'épaisseur de la matière est moindre, sa qualité moins bonne et son refroidissement plus subit. Jusqu'ici tout semble donc concourir à donner la préférence à la pratique de couler les canons pleins : néanmoins, comme il faut une moindre quantité de matière pour les canons creux, qu'il est dès-lors plus aisé de l'épurer au fourneau

avant de la couler, que les frais des machines à forer sont immenses, en comparaison de ceux des noyaux, on feroit bien d'essayer si, par le moyen des évents que je viens de proposer, on n'arriveroit pas au point de rendre les pièces coulées à noyau assez parfaites pour n'avoir pas à craindre les soufflures, et n'être pas obligé de leur enlever la trempe de leur surface intérieure; ils seroient alors d'une plus grande résistance que les autres, auxquels on peut d'ailleurs faire quelques reproches par les raisons que je vais exposer.

Plus la fonte du fer est épurée, plus elle est compacte, dure et difficile à forer; les meilleurs outils d'acier ne l'entament qu'avec peine, et l'ouvrage de la forerie va d'autant moins vîte que la fonte est meilleure. Ceux qui ont introduit cette pratique, ont donc, pour la commodité de leurs machines, altéré la nature de la matière (1); ils ont

---

(1) Sur la fin de l'année 1762, M. Maritz fit couler aux fourneaux de la Nouée en Bretagne, des gueuses avec les mines de la Ferrière et de Noyal; il en examina la fonte, en dressa un procès-verbal, et sur les assurances qu'il donna aux entrepreneurs, que leur fer avoit toutes les qualités requises pour faire de bons canons, ils se déterminèrent à établir des

changé l'usage où l'on étoit de faire de la fonte dure, et n'ont fait couler que des fontes tendres, qu'ils ont appelées *douces*, pour qu'on en sentît moins la différence; dès-lors tous nos canons coulés plein ont été fondus de cette matière douce, c'est-à-dire, d'une assez mauvaise fonte, et qui n'a pas, à beaucoup près, la pureté, la den-

---

mouleries, fonderies, décapiteries, centreries, foreries, et les tours nécessaires pour tourner extérieurement les pièces. Les entrepreneurs, après avoir formé leur établissement, ont mis les deux fourneaux en feu le 29 janvier 1765, et le 12 février suivant, on commença à couler du canon de huit. M. Maritz s'étant rendu à la forge le 21 mars, trouva que toutes ces pièces étoient *trop dures pour souffrir le forage*, et jugea à propos de changer la matière. On coula deux pièces de douze avec un nouveau mélange, et une autre pièce de douze avec un autre mélange, et encore deux autres pièces de douze avec un troisième mélange, qui parurent *si durs sous la scie et au premier foret*, que M. Maritz jugea inutile de fondre avec ces mélanges de différentes mines, et fit un essai avec 11,550 livres de la mine de Noyal, 3,390 livres de la mine de la Ferrière, et 3,600 livres de la mine des environs, faisant en tout 18,540 livres, dont on coula, le 31 mars, une pièce de douze, à trente charges basses. A la décapiterie, ainsi qu'en formant le support de la volée, M. Maritz jugea ce fer de bonne nature; mais *le forage de cette pièce*

sité, la résistance qu'elle devroit avoir. J'en ai acquis la preuve la plus complette par les expériences que je vais rapporter.

Au commencement de l'année 1767, on m'envoya de la forge de la Nouée, en Bretagne, six tronçons de gros canons coulés pleins, pesant ensemble cinq mille trois cent cinquante-huit livres. L'été suivant, je

---

fut difficile, ce qui porta M. Maritz à faire une autre expérience.

Le 1er et le 3 avril, il fit couler deux pièces de douze, pour chacune desquelles on porta trente-quatre charges, composées chacune de 18,700 livres de mine de Noyal, et de 2,720 livres de mine des environs; en tout, 21,420 livres. Ceci démontra à M. Maritz l'impossibilité qu'il y avoit de fondre avec de la mine de Noyal seule, car même avec ce mélange, l'intérieur du fourneau s'embarrassa au point que le laitier ne couloit plus, et que les ouvriers avoient une peine incroyable à l'arracher du fond de l'ouvrage; d'ailleurs, les deux pièces provenues de cette expérience, *se trouvèrent si dures au forage*, et si profondément chambrées à 18 et 20 pouces de la volée, que quand même la mine de Noyal pourroit se fondre sans être alliée avec une espèce plus chaude, la fonte qui en proviendroit ne seroit cependant pas d'une nature *propre à couler des canons forables.*

Le 4 avril 1765, pour septième et dernière expérience, M. Maritz fit couler une neuvième pièce de

Et en effet, ayant fait convertir en fer successivement, et par mes meilleurs ouvriers, toutes les petites gueuses refondues et provenant de ces tronçons de canons, nous n'obtînmes que du fer d'une qualité très-commune, sans aucun nerf, et d'un grain assez gros, aussi différent de celui de mes forges, que le fer commun l'est du bon fer.

En 1770, on m'envoya de la forge de Ruelle, en Angoumois, où l'on fond actuellement la plus grande partie de nos canons, des échantillons de la fonte dont on les coule; cette fonte a la couleur grise, le grain assez fin et pèse quatre cents quatre-vingt-quinze livres le pied cube (1); réduite en

(1) Ces morceaux de fonte envoyés du fourneau de Ruelle, étoient de forme cubique de trois pouces, foibles dans toutes leurs dimensions; le premier, marqué *S*, pesoit dans l'air 7 livres 2 onces 4 gros $\frac{1}{2}$, c'est-à-dire, 916 gros $\frac{1}{2}$. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 2 onces 2 gros $\frac{1}{2}$; donc le volume d'eau égal au volume de ce morceau de fonte, pesoit 130 gros. L'eau dans laquelle il a été pesé, pesoit elle-même 70 livres le pied cube. Or 130 gros : 70 livres : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 493 $\frac{5}{13}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. Le second morceau marqué *P*, pesoit dans l'air 7 livres 4 onces 1 gros, c'est-à-dire, 929 gros. Le même morceau pesoit dans l'eau 6 livres 3 onces 6 gros, c'est-à-dire 798 gros; donc le volume

fer battu et forgé avec soin, j'en ai trouvé le grain semblable à celui du fer commun, et ne prenant que peu ou point de nerf, quoique travaillé en petites verges et passé sous le cylindre; en sorte que cette fonte, quoique meilleure que celle qui m'est venue des forges de la Nouée, n'est pas encore de la bonne fonte. J'ignore si depuis ce tems l'on ne coule pas aux fourneaux de Ruelle, des fontes meilleures et plus pesantes; je sais seulement que deux officiers de marine (1), très-habiles et zélés, y ont été envoyés successivement, et qu'ils sont tous deux fort en état de perfectionner l'art, et de bien conduire les travaux de cette fonderie. Mais

---

d'eau égal au volume de ce morceau de fonte, pesoit 131 gros. Or 131 gros : 70 livres : : 929 gros : 496 $\frac{54}{131}$ livres, poids du pied cube de cette fonte. On observera que ces morceaux qu'on avoit voulu couler sur les dimensions d'un cube de 3 pouces, étoient trop foibles; ils auroient dû contenir chacun 27 pouces cubiques, et par conséquent le pied cube du premier n'auroit pesé que 458 livres 4 onces, car 27 pouces : 1728 pouces : : 916 gros $\frac{1}{2}$: 458 liv. 4 onces. Et le pied cube du second n'auroit pesé que 464 livres $\frac{1}{4}$, au lieu de 493 livres $\frac{3}{13}$, et de 496 livres $\frac{54}{131}$.

(1) MM. de Souville et de Vialis.

jusqu'à l'époque que je viens de citer, et qui est bien récente, je suis assuré que les fontes de nos canons coulés plein, n'étoient que de médiocre qualité; qu'une pareille fonte n'a pas assez de résistance, et qu'en lui ôtant encore le lien qui la contient, c'est-à-dire, en enlevant, par les couteaux du tour, la surface trempée, il y a tout à craindre du service de ces canons.

On ne manquera pas de dire que ce sont ici des frayeurs paniques et mal fondées, qu'on ne se sert jamais que des canons qui ont subi l'épreuve, et qu'une pièce une fois éprouvée par une moitié de plus de charge, ne doit ni ne peut crever à la charge ordinaire. A ceci je réponds, que non seulement cela n'est pas certain, mais encore que le contraire est beaucoup plus probable. En général, l'épreuve des canons par la poudre, est peut-être la plus mauvaise méthode que l'on pût employer pour s'assurer de leur résistance. Le canon ne peut subir le trop violent effort des épreuves, qu'en y cédant autant que la cohérence de la matière le permet sans se rompre; et comme il s'en faut bien que cette matière de la fonte soit à ressort parfait, les parties séparées par le trop grand effort, ne peuvent se rapprocher

ni se rétablir comme elles étoient d'abord; cette cohésion des parties intégrantes de la fonte étant donc fort diminuée par le grand effort des épreuves, il n'est pas étonnant que le canon crève ensuite à la charge ordinaire; c'est un effet très-simple qui dérive d'une cause toute aussi simple. Si le premier coup d'épreuve écarte les parties d'une moitié ou d'un tiers de plus que le coup ordinaire, elles se rétabliront, se réuniront moins dans la même proportion; car, quoique leur cohérence n'ait pas été détruite, puisque la pièce a résisté, il n'en est pas moins vrai que cette cohérence n'est pas si grande qu'elle étoit auparavant, et qu'elle a diminué dans la même raison que diminue la force d'un ressort imparfait : dès-lors un second ou un troisième coup d'épreuve fera éclater les pièces qui auront résisté au premier, et celles qui auront subi les trois épreuves sans se rompre, ne sont guères plus sûres que les autres; après avoir subi trois fois le même mal, c'est-à-dire, le trop grand écartement de leurs parties intégrantes, elles en sont nécessairement devenues bien plus foibles, et pourront par conséquent céder à l'effort de la charge ordinaire.

Un moyen bien plus sûr, bien simple et

mille fois moins coûteux pour s'assurer de la résistance des canons, seroit d'en faire peser la fonte à la balance hydrostatique : en coulant le canon, l'on mettroit à part un morceau de la fonte ; lorsqu'il seroit refroidi, on le pèseroit dans l'air et dans l'eau, et si la fonte ne pesoit pas au moins cinq cents vingt livres le pied cube, on rebuteroit la pièce comme non recevable : l'on épargneroit la poudre, la peine des hommes, et on banniroit la crainte très-bien fondée de voir crever les pièces souvent après l'épreuve. Etant une fois sûr de la densité de la matière, on seroit également assuré de sa résistance, et si nos canons étoient faits avec de la fonte pesant cinq cents vingt livres le pied cube, et qu'on ne s'avisât pas de les tourner ni de toucher à leur surface extérieure, j'ose assurer qu'ils résisteroient et dureroient autant qu'on doit se le promettre. J'avoue que par ce moyen, peut-être trop simple pour être adopté, on ne peut pas savoir si la pièce est saine, s'il n'y a pas dans l'intérieur de la matière des défauts, des soufflures, des cavités ; mais connoissant une fois la bonté de la fonte, il suffiroit, pour s'assurer du reste, de faire éprouver une

seule fois, et à la charge ordinaire, les canons nouvellement fondus, et l'on seroit beaucoup plus sûr de leur résistance, que de celle de ceux qui ont subi des épreuves violentes.

Plusieurs personnes ont donné des projets pour faire de meilleurs canons ; les uns ont proposé de les doubler de cuivre, d'autres de fer battu, d'autres de souder ce fer battu avec la fonte ; tout cela peut être bon à certains égards ; et dans un art dont l'objet est aussi important et la pratique aussi difficile, les efforts doivent être accueillis, et les moindres découvertes récompensées. Je ne ferai point ici d'observations sur les canons de M. Feutry, qui ne laissent pas de demander beaucoup d'art dans leur exécution ; je ne parlerai pas non plus des autres tentatives, à l'exception de celle de M. de Souville, qui m'a paru la plus ingénieuse, et qu'il a bien voulu me communiquer par sa lettre datée d'Angoulême le 6 avril 1771, dont je donne ici l'extrait (1). Mais je dirai seule-

(1) « Les canons fabriqués avec des spirales, ont opposé la plus grande résistance à la plus forte charge de poudre, et à la manière la plus dangereuse de les charger. Il ne manque à cette méthode, pour être bonne, que d'empêcher qu'il ne se forme des chambres dans ces bouches à feu. Cet inconvénient, il est vrai,

ment que la soudure du cuivre avec le fer rend celui-ci beaucoup plus aigre; que quand on soude de la fonte avec elle-même, par le moyen du soufre, on la change de nature, et que la ligne de jonction des deux parties soudées n'est plus de la fonte de fer, mais de la pyrite très-cassante; et qu'en général le soufre est un intermède qu'on ne doit jamais employer, lorsqu'on veut souder du fer sans en altérer la qualité. Je ne donne ceci que pour avis à ceux qui pourroient prendre cette voie comme la plus sûre et la plus aisée,

---

m'obligeroit à l'abandonner, si je n'y parvenois; mais pourquoi ne pas le tenter? Beaucoup de personnes ont proposé de faire des canons avec des doublures ou des enveloppes de fer forgé; mais ces doublures et ces enveloppes ont toujours été un assemblage de barres inflexibles, que leur forme, leur position et leur roideur rendent inutiles. La spirale n'a pas les mêmes défauts; elle se prête à toutes les formes que prend la matière; elle s'affaisse avec elle dans le moule: son fer ne perd ni sa ductilité, ni son ressort, dans la commotion du *tir*; l'effort est distribué sur toute son étendue. Elle enveloppe presque toute l'épaisseur du canon, et dès-lors s'oppose à sa rupture avec une résistance de près de 30,000 livres de force. Si la fonte éprouve une plus grande dilatation que le fer, elle résiste avec toute cette force; si cette dilata-

pour rendre le fer fusible, et en faire de grosses pièces.

Si l'on conserve l'usage de forer les canons, et qu'on les coule de bonne fonte dure, il faudra en revenir aux machines à forer de M. le marquis de Montalembert, celles de M. Maritz n'étant bonnes que pour le bronze ou la fonte de fer tendre. M. de Montalembert est encore un des hommes de France qui entend le mieux cet art de la fonderie des canons, et j'ai toujours gémi que son zèle, éclairé de toutes les connoissances nécessaires

---

tion est moindre, la spirale ne reçoit que le mouvement qui lui est communiqué. Ainsi, dans l'un et l'autre cas, l'effet est le même. L'assemblage des barres, au contraire, ne résiste que par les cercles qui les contiennent. Lorsqu'on en a revêtu l'ame des canons, on n'a pas augmenté la résistance de la fonte; sa tendance à se rompre a été la même, et lorsqu'on a enveloppé son épaisseur, les cercles n'ont pu soutenir également l'effort qui se partage sur tout le développement de la spirale. Les barres d'ailleurs s'opposent aux vibrations des cercles. La spirale que j'ai mise dans un canon de six, foré et éprouvé au calibre de douze, ne pesoit que 83 livres; elle avoit 2 pouces de largeur et 4 lignes d'épaisseur. La distance d'une hélice à l'autre, étoit aussi de 2 pouces; elle étoit roulée à chaud sur un mandrin de fer ».

en ce genre, n'ait abouti qu'au détriment de sa fortune. Comme je vis éloigné de lui, j'écris ce mémoire sans le lui communiquer ; mais je serai plus flatté de son approbation que de celle de qui que ce soit, car je ne connois personne qui entende mieux ce dont il est ici question. Si l'on mettoit en masse, dans ce royaume, les trésors de lumière que l'on jette à l'écart, ou qu'on a l'air de dédaigner, nous serions bientôt la nation la plus florissante et le peuple le plus riche. Par exemple, il est le premier qui ait conseillé de reconnoître la résistance de la fonte par sa pesanteur spécifique ; il a aussi cherché à perfectionner l'art de la moulerie en sable des canons de fonte de fer, et cet art est perdu depuis qu'on a imaginé de les tourner. Avec les moules en terre, dont on se servoit auparavant, la surface des canons étoit toujours chargée d'aspérités et de rugosités ; M. de Montalembert avoit trouvé le moyen de faire des moules en sable, qui donnoient à la surface du canon tout le lisse, et même le luisant qu'on pouvoit desirer. Ceux qui connoissent les arts en grand, sentiront bien les difficultés qu'il a fallu surmonter pour en venir à bout, et les peines qu'il a fallu prendre pour former des ou-

vriers capables d'exécuter ces moules, auxquels ayant substitué le mauvais usage du tour, on a perdu un art excellent pour adopter une pratique funeste (1).

---

(1) L'outil à langue de carpe perce la fonte de fer avec une vîtesse presque double de celle de l'outil à cylindre. Il n'est point nécessaire, avec ce premier outil, de seringuer de l'eau dans la pièce, comme il est d'usage de le faire en employant le second, qui s'échauffe beaucoup par son frottement très-considérable. L'outil à cylindre seroit détrempé en peu de tems sans cette précaution : elle est même souvent insuffisante; dès que la fonte se trouve plus compacte et plus dure, cet outil ne peut la forer. La limaille sort naturellement avec l'outil à langue de carpe, tandis qu'avec l'outil à cylindre, il faut employer continuellement un crochet pour la tirer; ce qui ne peut se faire assez exactement pour qu'il n'en reste pas entre l'outil et la pièce; ce qui la gêne et augmente encore son frottement.

Il faudroit s'attacher à perfectionner la moulerie. Cette opération est difficile, mais elle n'est pas impossible à quelqu'un d'intelligent. Plusieurs choses sont absolument nécessaires pour y réussir; 1° des mouleries plus étendues, pour pouvoir y placer plus de chantiers et y faire plus de moules à la fois, afin qu'ils pussent sécher plus lentement; 2° une grande fosse pour les recuire debout, ainsi que cela se pratique pour les canons de cuivre, afin d'éviter que le moule ne soit arqué, et par conséquent le canon; 3° un petit chariot à quatre roues, fort basses, avec des mon-

Une attention très-nécessaire lorsque l'on coule du canon, c'est d'empêcher les écumes qui surmontent la fonte, de tomber avec elle dans le moule. Plus la fonte est légère

---

tans assez élevés pour y suspendre le moule recuit, et le transporter de la moulerie à la cuve du fourneau, comme on transporte un lustre; 4° un juste mélange d'une terre grasse et d'une terre sableuse, tel qu'il le faut, pour qu'au recuit le moule ne se fende pas de mille et mille fentes qui rendent le canon défectueux, et sur-tout pour que cette terre, avec cette qualité de ne pas se fendre, puisse conserver l'avantage de *s'écaller*, c'est-à-dire, de se détacher du canon quand on vient à le nettoyer; plus la terre est grasse, mieux elle s'*écalle*, et plus elle se fend; plus elle est maigre ou sableuse, moins elle se fend, mais moins elle s'*écalle*. Il y a des moules de cette terre qui se tiennent si fort attachés au canon, qu'on ne peut, avec le marteau et le ciseau, en emporter que la plus grosse partie; ces sortes de canons restent encore plus vilains que ceux cicatrisés par les fentes innombrables des moules de terre grasse. Ce mélange de terre est donc très-difficile; il demande beaucoup d'attention, d'expérience; et ce qu'il y a de fâcheux, c'est que les expériences dans ce genre, faites pour des petits calibres, ne concluent rien pour les gros. Il n'est jamais difficile de faire écaller des petits canons avec un mélange sableux. Mais ce même mélange ne peut plus être employé, dès que les calibres passent celui de douze; pour ceux de trente-six sur-tout, il est très-difficile d'attraper le point du mélange.

et plus elle fait d'écumes, et l'on pourroit juger à l'inspection même de la coulée, si la fonte est de bonne qualité, car alors sa surface est lisse et ne porte point d'écume; mais, dans tous ces cas, il faut avoir soin de comprimer la matière coulante par plusieurs torches de paille placées dans les coulées; avec cette précaution, il ne passe que peu d'écume dans le moule, et si la fonte étoit dense et compacte, il n'y en auroit point du tout. La bourre de la fonte ne vient ordinairement que de ce qu'elle est trop crue et trop précipitamment fondue; d'ailleurs, la matière la plus pesante sort la première du fourneau, la plus légère vient la dernière; la culasse du canon est, par cette raison, toujours d'une meilleure matière que les parties supérieures de la pièce; mais il n'y aura jamais de bourre dans le canon, si, d'une part, on arrête les écumes par les torches de paille, et qu'en même tems on lui donne une forte masselote de matière excédente, dont il est même aussi nécessaire qu'utile, qu'il reste encore, après la coulée, trois ou quatre quintaux en fusion dans le creuset; cette fonte qui reste y entretient la chaleur; et comme elle est encore mêlée d'une assez grande quantité de laitier,

elle conserve le fond du fourneau, et empêche la mine fondante de brûler en s'y attachant.

Il me paroît qu'en France on a souvent fondu les canons avec des mines en roche, qui toutes contiennent une plus ou moins grande quantité de soufre; et comme l'on n'est pas dans l'usage de les griller dans nos provinces où le bois est cher, ainsi qu'il se pratique dans les pays du nord où le bois est commun, je présume que la qualité cassante de la fonte de nos canons de la marine, pourroit aussi provenir de ce soufre qu'on n'a pas soin d'enlever à la mine, avant de la jeter au fourneau de fusion. Les fonderies de Ruelle en Angoumois, de Saint-Gervais en Dauphiné, et de Baigorry dans la basse Navarre, sont les seules dont j'aie connoissance, avec celle de la Nouée en Bretagne, dont j'ai parlé, et où je crois que le travail est cessé : dans toutes quatre, je crois qu'on ne s'est servi et qu'on ne se sert encore que de mines en roche, et je n'ai pas ouï dire qu'on les grillât ailleurs qu'à Saint-Gervais et à Baigorry. J'ai tâché de me procurer des échantillons de chacune de ces mines, et au défaut d'une assez grande quantité de ces échantillons, tous les ren-

seignemens que j'ai pu obtenir par la voie de quelques amis intelligens. Voici ce que m'a écrit M. de Morogues, au sujet des mines qu'on emploie à Ruelle.

« La première est dure, compacte, pesante, faisant feu avec l'acier, de couleur rouge-brun, formée par deux couches d'inégale épaisseur, dont l'une est spongieuse, parsemée de trous ou cavités, d'un velouté violet-foncé, et quelquefois d'un bleu indigo à sa cassure, ayant des mamelons, teignant en rouge de sanguine; caractères qui peuvent la faire ranger dans la septième classe de l'art des forges, comme une espèce de pierre hématite, mais elle est riche et douce.

» La seconde ressemble assez à la précédente pour la pesanteur, la dureté et la couleur, mais elle est un peu *salardée* (on appelle *salard* ou mine salardée, celle qui a des grains de sable clair, et qui est mêlée de sable gris-blanc, de caillou et de fer), elle est riche en métal; employée avec de la mine très-douce, elle se fond très-facilement. Son tissu à sa cassure est strié et parsemé quelquefois de cavités d'un brun-noir. Elle paroît de la sixième espèce de la mine rougeâtre dans l'art des forges.

» La troisième qu'on nomme dans le pays *glacieuse*, parce qu'elle a ordinairement quelques-unes de ses faces lisses et douces au toucher, n'est ni fort pesante, ni fort riche; elle a communément quelques petits points noirs et luisans, d'un grain semblable au marroquin; sa couleur est variée; elle a du rouge assez vif, du brun, du jaune, un peu de verd et quelques cavités; elle paroît, à cause de ses faces unies et luisantes, avoir quelque rapport à la mine spéculaire de la huitième espèce.

» La quatrième qui fournit d'excellent fer, mais en petite quantité, est légère, spongieuse, assez tendre, d'une couleur brune presque noire, ayant quelques mamelons et sabloneuse; elle paroît être une sorte de mine limoneuse de la onzième espèce.

» La cinquième est une mine salardée faisant beaucoup de feu avec l'acier, dure, compacte, pesante, parsemée à la cassure de petits points brillans qui ne sont que du sable de couleur de lie-de-vin. Cette mine est difficile à fondre; la qualité de son fer passe pour n'être pas mauvaise, mais elle en produit peu; les ouvriers prétendent qu'il n'y a pas moyen de la fondre seule,

et

et que l'abondance des crasses qui s'en séparent, l'aglutine à l'ouvrage du fourneau; cette mine ne paroît pas avoir de ressemblance bien caractérisée avec celle dont Swedemborg a parlé.

» On emploie encore un grand nombre d'autres espèces de mines; mais elles ne diffèrent des précédentes que par moins de qualité, à l'exception d'une espèce d'ocre martiale qui peut fournir ici une sixième classe. Cette mine est assez abondante dans les minières; elle est aisée à tirer, on l'enlève comme la terre; elle est jaune et quelquefois mêlée de petites grenailles; elle fournit peu de fer; elle est très-douce: on peut la ranger dans la douzième espèce de l'art des forges.

» La gangue de toutes les mines du pays, est une terre vitrifiable, rarement argileuse. Toutes ces espèces de mines sont mêlées, et le terrain dont on les tire est presque tout sableux.

» On appelle *schiffre*, en Angoumois, un caillou assez semblable aux pierres à feu, et qui en donne beaucoup, quand on le frappe avec l'acier. Il est d'un jaune-clair, fort dur; il tient quelquefois à des matières qui peuvent avoir du fer, mais ce n'est point le schist,

» La castine est une vraie pierre calcaire assez pure, si l'on en peut juger par l'uniformité de sa cassure et de sa couleur, qui est gris-blanc; elle est pesante, assez dure, et prend un poli fort doux au toucher ».

Par ce récit de M. de Morogues, il me semble qu'il n'y a que la sixième espèce qui ne demande pas à être grillée, mais seulement bien lavée avant de la jeter au fourneau.

Au reste, quoique généralement parlant, et comme je l'ai dit, les mines en roche et qui se trouvent en grandes masses solides, doivent leur origine à l'élément du feu, néanmoins il se trouve aussi plusieurs mines de fer en assez grosses masses qui se sont formées par le mouvement et l'intermède de l'eau. On distinguera, par l'épreuve de l'aimant, celles qui ont subi l'action du feu, car elles seront toujours magnétiques; au lieu que celles qui ont été produites par la stillation des eaux, ne le sont point du tout, et ne le deviendront qu'après avoir été bien grillées et presque liquéfiées. Ces mines en roche, qui ne sont point attirables par l'aimant, ne contiennent pas plus de soufre que nos mines en grains; l'opération de les griller, qui est très-coûteuse, doit

dès-lors être supprimée, à moins qu'elle ne soit nécessaire pour attendrir ces pierres de fer assez pour qu'on puisse les concasser sous les pilons du boccard.

J'ai tâché de présenter dans ce mémoire tout ce que j'ai cru qui pourroit être utile à l'amélioration des canons de notre marine; je sens en même tems qu'il reste beaucoup de choses à faire, sur-tout pour se procurer, dans chaque fonderie, une fonte pure et assez compacte pour avoir une résistance supérieure à toute explosion; cependant je ne crois point du tout que cela soit impossible, et je pense qu'en purifiant la fonte de fer, autant qu'elle peut l'être, on arriveroit au point que la pièce ne feroit que se fendre au lieu d'éclater par une trop forte charge : si l'on obtenoit une fois ce but, il ne nous resteroit plus rien à craindre ni rien à desirer à cet égard.

ONZIÈME MÉMOIRE.

Expériences sur la force du bois.

LE principal usage du bois dans les bâtimens et dans les constructions de toute espèce, est de supporter des fardeaux : la pratique des ouvriers qui l'emploient n'est fondée que sur des épreuves, à la vérité souvent réitérées, mais toujours assez grossières ; ils ne connoissent que très-imparfaitement la force et la résistance des matériaux qu'ils mettent en œuvre ; j'ai tâché de déterminer, avec quelque précision, la force du bois, et j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux constructeurs et aux charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre plusieurs poutres et plusieurs solives de différentes longueurs. On trouvera, dans la suite de ce mémoire, le détail exact de toutes ces expériences ; mais je vais auparavant en présenter les résultats généraux, après avoir dit un mot de l'organisation du bois et de quelques circonstances particulières qui me paroissent avoir échappé

aux physiciens qui se sont occupés de ces matières.

Un arbre est un corps organisé, dont la structure n'est point encore bien connue. Les expériences de Grew, de Malpighi, et sur-tout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumières sur l'économie végétale, et il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre; mais dans ce genre, comme dans tous les autres, on ignore beaucoup plus de choses qu'on en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela seroit inutile pour mon dessein; il me suffira de donner une idée de la manière dont les arbres croissent, et de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printems, produit au bout de quelques semaines un petit jet tendre et herbacé, qui augmente, s'étend, grossit, durcit, et contient déjà, dès la fin de la première année, un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre, est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, et dont il sort un second jet semblable à celui de la première année, mais plus vigoureux, qui grossit et s'étend davantage, durcit dans le même

tems, et produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, et ainsi des autres jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur; chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables et annuelles; de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut, est composé, dans sa longueur, de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions; ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi; ils sont seulement devenus plus solides. Voilà comment se fait l'accroissement en hauteur; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton, qui fait le sommet du petit arbre de la première année, tire sa nourriture à travers la substance et le corps même de ce petit arbre; mais les principaux canaux, qui servent à conduire la sève, se trouvent entre l'écorce et le filet ligneux; l'action de cette sève en mouvement, dilate ces canaux et les fait grossir, tandis que le bouton, en s'élevant, les tire et les alonge;

de plus, la sève en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité; ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort alongé, qui est la production en bois de la première année, et une couche ligneuse aussi conique qui enveloppe ce premier filet et le surmonte, et qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement et continuement; de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent et se recouvrent tant que l'arbre grossit; lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément sur la coupe transversale du tronc le nombre de ces cônes, dont les sections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques, et on reconnoît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles sont distinctement séparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaisseur de chaque couche ou couronne, est de deux ou trois lignes; cette épaisseur est d'un bois dur et solide; mais la substance qui unit ensemble ces cou-

ronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'est pas à beaucoup près aussi ferme ; c'est la partie foible du bois dont l'organisation est différente de celle des cônes ligneux, et dépend de la façon dont ces cônes s'attachent et s'unissent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au bouton, non seulement prennent de l'étendue et acquièrent de la solidité par l'action et le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon ; ils se ramifient dans toute leur longueur, et poussent de petits filamens comme de petites branches, qui, d'un côté, vont produire l'écorce, et de l'autre, vont s'attacher au bois de l'année précédente, et forment entre les deux couches du bois un tissu spongieux qui, coupé transversalement, même à une assez grande épaisseur, laisse voir plusieurs petits trous, à peu près comme on en voit dans de la dentelle. Les couches du bois sont donc unies les unes aux autres par une espèce de réseau : ce réseau n'occupe pas, à beaucoup près, autant d'espace que la couche ligneuse ; il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaisseur ; cette épaisseur est à peu près

la même dans tous les arbres de même espèce, au lieu que les couches ligneuses sont plus ou moins épaisses, et varient si considérablement dans la même espèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai mesuré qui avoient trois lignes et demie, et d'autres qui n'avoient qu'une demi-ligne d'épaisseur.

Par cette simple exposition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus considérable que l'union transversale; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaisseur, s'il se trouve 14 ou 15 couches ligneuses, il y aura 13 ou 14 cloisons, et que par conséquent ce barreau sera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou six couches et quatre ou cinq cloisons : on voit aussi que, dans ces petites pièces, s'il se trouve une ou deux couches ligneuses qui soient tranchées par la scie, ce qui arrive souvent, leur force sera considérablement diminuée; mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui sont les seules sur lesquelles on ait jusqu'à ce jour fait des expériences, c'est qu'elles ne sont pas composées comme les grosses pièces; la position des couches ligneuses et des cloisons dans un barreau,

est fort différente de la position de ces mêmes couches dans une poutre ; leur figure est même différente, et par conséquent on ne peut pas estimer la force d'une grosse pièce par celle d'un barreau : un moment de réflexion fera sentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire, enlever quatre segmens cylindriques d'un bois blanc et imparfait, qu'on appelle *aubier*. Dans le cœur de l'arbre, la premiere couche ligneuse reste au milieu de la pièce ; toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques. Le plus grand de ces cercles entiers, a pour diamètre l'épaisseur de la pièce ; au-delà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, et ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce : ainsi, une poutre carrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, et de quatre portions angulaires tranchées, d'un bois moins solide et plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre ou pris dans une planche, est tout autrement composé ; ce sont de petits segmens longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure est insensible ; des segmens qui tantôt

se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, et tantôt plus ou moins inclinés; des segmens qui sont plus ou moins longs et plus ou moins tranchés, et par conséquent plus ou moins forts : de plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre; car ces segmens de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le barreau de manière que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale; c'est comme si on faisoit rompre plusieurs planches à la fois; elles résisteroient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées, ou sur les formules que différens auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avoient éprouvée que sur des pièces, dont les plus grosses étoient d'un ou deux pouces d'épaisseur, et dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenoient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches, lorsqu'ils ont fait rompre le barreau; circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences, et par les soins

que je me suis donné pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois, n'ont fait aucune attention à ces inconvéniens ; mais il y en a d'autres, peut-être encore plus grands, qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé ; un barreau tiré du pied d'un arbre, résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre : un barreau pris à la circonférence près de l'aubier, est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre ; d'ailleurs, le dégré de dessèchement du bois fait beaucoup à sa résistance ; le bois verd casse bien plus difficilement que le bois sec ; enfin, le tems qu'on emploie à charger les pièces pour les faire rompre, doit aussi entrer en considération, parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un certain poids, ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure, et j'ai trouvé que des poutres qui avoient chacune supporté sans se rompre, pendant un jour entier, neuf milliers, avoient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers, c'est-à-dire, qu'elles n'avoient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge

qu'elles avoient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matière, sont imparfaites, et peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui sont en très-grand nombre, n'ont servi qu'à me faire reconnoître tous les inconvéniens dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux, et je calculai quelle devoit être la force d'un barreau plus long et plus gros que ceux que j'avois mis à l'épreuve, et ensuite ayant fait rompre de ces derniers, et ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle, je trouvai de si grandes différences, que je répétai plusieurs fois la même chose, sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience; j'essayai sur d'autres longueurs et d'autres grosseurs; l'événement fut le même: enfin je me déterminai à faire une suite complette d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois, sur laquelle je pouvois compter, et que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter, en aussi peu de mots qu'il me sera possible, la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains et bien vigoureux, aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrain; car les arbres de différens pays et de différens terrains ont des résistances différentes; autre inconvénient, qui seul sembloit d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérois tirer de mon travail. Tous ces chênes étoient aussi de la même espèce, de la belle espèce qui produit du gros gland, attaché un à un ou deux à deux sur la branche; les plus petits de ces arbres avoient environ 2 pieds $\frac{1}{2}$ de circonférence, et les plus gros cinq pieds; je les ai choisis de différente grosseur, afin de me rapprocher davantage de l'usage ordinaire. Lorsque les charpentiers ont besoin d'une pièce de 5 ou 6 pouces d'équarrissage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied; la dépense seroit trop grande, et il ne leur arrive que trop souvent d'employer des arbres trop menus, et où ils laissent beaucoup d'aubier; car je ne parle pas ici des solives de sciage qu'on emploie quelquefois, et qu'on tire d'un gros arbre; cependant il est bon d'observer, en passant, que ces solives de sciage sont foibles, et que

l'usage en devroit être proscrit. On verra, dans la suite de ce mémoire, combien il est avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le dégré de desséchement du bois fait varier très-considérablement celui de sa résistance, et que d'ailleurs il est fort difficile de s'assurer de ce dégré de desséchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même tems, l'un se dessèche en moins de tems que l'autre ; j'ai voulu éviter cet inconvénient qui auroit dérangé la suite comparée de mes expériences, et j'ai cru que j'aurois un terme plus fixe et plus certain, en prenant le bois tout verd. J'ai donc fait couper mes arbres un à un, à mesure que j'en avois besoin ; le même jour qu'on abattoit un arbre, on le conduisoit au lieu où il devoit être rompu ; le lendemain, les charpentiers l'équarrissoient et des menuisiers le travailloient à la varlope, afin de lui donner des dimensions exactes, et le surlendemain on le mettoit à l'épreuve.

Voici en quoi consistoit la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences. Deux forts tréteaux de 7 pouces d'équarrissage, de 3 pieds de hauteur et d'autant de longueur, renforcés

dans leur milieu par un bois debout; on posoit sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on vouloit rompre. Plusieurs boucles carrées de fer rond, dont la plus grosse portoit près de 9 pouces de largeur intérieure, et étoit d'un fer de 7 à 8 pouces de tour; la seconde boucle portoit 7 pouces de largeur, et étoit faite d'un fer de 5 à 6 pouces de tour, les autres plus petites; on passoit la pièce à rompre dans la boucle de fer; les grosses boucles servoient pour les grosses pièces, et les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie supérieure, avoit intérieurement une arête; elle étoit faite pour empêcher la boucle de s'incliner, et aussi pour faire voir la largeur du fer qui portoit sur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle carrée, on avoit forgé deux crochets de fer de même grosseur que le fer de la boucle; ces deux crochets se séparoient, et formoient une boucle ronde d'environ 9 pouces de diamètre, dans laquelle on mettoit une clef de bois de même grosseur, et de 4 pieds de longueur. Cette clef portoit une forte table de 14 pieds de longueur, sur 6 pieds de largeur, qui étoit faite de solives de 5 pouces d'épaisseur, mises les unes contre les autres, et retenues

retenues par des fortes barres : on la suspendoit à la boucle par le moyen de la grosse clef de bois, et elle servoit à placer les poids, qui consistoient en trois cents quartiers de pierre, taillés et numérotés, qui pesoient chacun 25, 50, 100, 150 et 200 livres ; on portoit ces pierres sur la table, et on bâtissoit un massif de pierres, large et long comme la table, et aussi haut qu'il étoit nécessaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela étoit assez simple pour pouvoir en donner l'idée nette sans le secours d'une figure.

On avoit soin de mettre de niveau la pièce et les tréteaux que l'on cramponoit, afin de les empêcher de reculer; huit hommes chargeoient continuellement la table, et commençoient par placer au centre les poids de 200 livres, ensuite ceux de 150, ceux de 100, ceux de 50, et enfin au dessus ceux de 25 livres. Deux hommes portés par un échafaud suspendu en l'air par des cordes, plaçoient les poids de 50 et 25 livres, qu'on n'auroit pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé ; quatre autres hommes appuyoient et soutenoient les quatre angles de la table, pour l'empêcher de vaciller, et pour la tenir en équilibre ; un autre,

avec une longue règle de bois, observoit combien la pièce plioit à mesure qu'on la chargeoit, et un autre marquoit le tems et écrivoit la charge, qui souvent s'est trouvée monter à 20, 25 et jusqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter 300 barreaux, et ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois, pour toutes les grosseurs et longueurs; j'en ai dressé une table que je donne à la fin de ce mémoire; si on la compare avec celles de M. Musschenbroeck et des autres physiciens qui ont travaillé sur cette matière, on verra combien leurs résultats sont différens des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération, par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnoître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de 5 pieds de circonférence, je l'ai fait amener et travailler le même jour par des charpentiers;

le lendemain, des menuisiers l'ont réduit à 8 pouces d'équarrissage, et à 12 pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle étoit fort bonne; elle n'avoit d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain, j'ai fait peser cette pièce; son poids se trouva être de 409 liv.; ensuite l'ayant passée dans la boucle de fer, et ayant tourné en haut la face où étoit le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux; elle portoit de 6 pouces sur chaque tréteau; cette portée de 6 pouces étoit celle des pièces de 12 pieds; celle de 24 pieds portoit de 12 pouces, et ainsi des autres, qui portoient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur : ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva, à force de leviers, la table qui, seule avec les boucles et la clef, pesoit 2,500 livres. On commença à trois heures 56 minutes : huit hommes chargeoient continuellement la table; à cinq heures 39 minutes, la pièce n'avoit encore plié que de 2 pouces, quoique chargée de 16 milliers; à cinq heures 45 minutes, elle avoit plié de 2 pouces $\frac{1}{2}$, et elle étoit chargée de 18,500 livres; à cinq heures 51 minutes, elle avoit plié de 3 pouces, et étoit chargée de 21 mil-

liers; à six heures 1 minute, elle avoit plié de 3 pouces $\frac{1}{2}$, et elle étoit chargée de 23,625 livres; dans cet instant, elle fit un éclat comme un coup de pistolet; aussitôt on discontinua de charger, et la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire, de 4 pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, et il en sortoit par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de 7 pouces avant que de rompre absolument, et supporta, pendant tout ce tems, la charge de 23,625 livres. Une partie des fibres ligneuses étoit coupée net, comme si on l'eût sciée, et le reste s'étoit rompu en se déchirant, en se tirant et laissant des intervalles à peu près comme on en voit entre les dents d'un peigne; l'arête de la boucle de fer qui avoit 3 lignes de largeur, et sur laquelle portoit toute la charge, étoit entrée d'une ligne et demie dans le bois de la pièce, et avoit fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres, et le petit nœud qui étoit à la face supérieure, n'avoit point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celle-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes.

J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 et 28 pieds de longueur et de toutes grosseurs, depuis 4 jusqu'à 8 pouces d'équarrissage, et j'ai toujours, pour une même longueur et grosseur, fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche; le bois verd casse plus difficilement que le bois sec, et en général le bois qui a du ressort, résiste beaucoup plus que celui qui n'en a pas: l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume; une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur, est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première; par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de 10 pieds de longueur et de 4 pouces d'équarrissage, et il en faut dix pour rompre une pièce double; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire, une pièce de 10 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarris-

sage. Il en est de même pour la longueur; il semble qu'une pièce de 8 pieds et de même grosseur qu'une pièce de 16 pieds, doit, par les règles de la mécanique, porter juste le double; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrois donner les raisons physiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits; le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vîte, est le plus fort; celui qui a crû lentement, et dont les cercles annuels, c'est-à-dire, les couches ligneuses sont minces, est plus foible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à sa pesanteur, de sorte qu'une pièce de même longueur et grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi plus forte à peu près en même raison. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différens pays et de différens terrains, et étend infiniment l'utilité de mes expériences; car, lorsqu'il s'agira d'une construction importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma table, et en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, et on évitera

le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que souvent on prodigue mal à propos, et que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On seroit porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, est posée librement sur deux tréteaux, doit porter beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, et infixée dans une muraille, comme sont les poutres et les solives d'un bâtiment; mais, si on fait réflexion qu'une pièce que je suppose de 24 pieds de longueur, en baissant de 6 pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hausse en même tems que d'un demi-pouce à chaque bout, et que même elle ne hausse guère que de 3 lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser; on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment : la force qui les fait rompre en les obligeant de plier dans le milieu et de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres et des mortiers qui cèdent et se dégradent aisément, et je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force

d'une pièce posée sur deux appuis et libre par les bouts, et de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancres de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille, on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus, que si cette pièce étoit invinciblement retenue et inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible et parfaitement dure, il faudroit une force presque infinie pour la rompre; car on peut démontrer que, pour rompre une pièce ainsi posée, il faudroit une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois debout, qu'on tireroit ou qu'on presseroit suivant sa longueur.

Dans les bâtimens et les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur et en différens points; au lieu que, dans mes expériences, toute la charge est réunie dans un seul point au milieu; cela fait une différence considérable,

mais qu'il est aisé de déterminer au juste; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du tems sur la résistance du bois, et pour reconnoître combien il diminue de sa force, j'ai choisi quatre pièces de 18 pieds de longueur sur 7 pouces de grosseur; j'en ai fait rompre deux, qui, en nombres ronds, ont porté neuf milliers chacune pendant une heure : j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement, c'est-à-dire, des deux tiers de la première charge, et je les ai laissées ainsi chargées, résolu d'attendre l'évènement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois et vingt-cinq jours, et l'autre au bout de six mois et dix-sept jours. Après cette expérience, je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles, et je ne les fis charger que de la moitié, c'est-à-dire, de 4,500 livres; je les ai tenues pendant plus de deux ans ainsi chargées; elles n'ont pas rompu, mais elles ont plié assez considérablement : ainsi, dans des bâtimens qui doivent durer longtems, il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre, et il n'y a que dans des cas pres-

sans et dans des constructions qui ne doivent pas durer, comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée, ou un échafaud pour secourir ou assaillir une ville, qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avoient des défauts, et que je n'ai compris dans ma table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé ; les nœuds, le fil tranché et les autres défauts du bois sont assez aisés à voir ; mais il est difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce : il est sûr qu'ils la diminuent beaucoup, et j'ai trouvé un moyen d'estimer à peu près la diminution de force causée par un nœud. On sait qu'un nœud est une espèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois ; on peut même connoître à peu près, par le nombre des cercles annuels qu'il contient, la profondeur à laquelle il pénètre : j'ai fait faire des trous en forme de cône et de même profondeur dans des pièces qui étoient sans nœuds, et j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure : j'ai fait rompre ces pièces, et j'ai reconnu par-là combien les

nœuds ôtent de force au bois ; ce qui est beaucoup au-delà de ce qu'on pourroit imaginer : un nœud qui se trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, et sur-tout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai aussi essayé de reconnoître, par plusieurs expériences, la diminution de force causée par le fil tranché du bois. Je suis obligé de supprimer les résultats de ces épreuves qui demandent beaucoup de détail : qu'il me soit permis cependant de rapporter un fait qui paroîtra singulier ; c'est qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la construction des vaisseaux, des dômes, etc. j'ai trouvé qu'elles résistent davantage en opposant à la charge le côté concave. On imagineroit d'abord le contraire, et on penseroit qu'en opposant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devroit résister davantage : cela seroit vrai pour une pièce dont les fibres longitudinales seroient courbes naturellement, c'est-à-dire, pour une pièce courbe, dont le fil du bois seroit continu et non tranché ; mais, comme les pièces courbes dont je me suis servi, et presque toutes celles dont on se sert dans les constructions, sont prises dans un arbre

qui a de l'épaisseur, la partie intérieure de ces couches est beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, et par conséquent elle résiste moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il sembleroit que des épreuves faites avec tant d'appareil et en si grand nombre, ne devroient rien laisser à desirer, sur-tout dans une matière aussi simple que celle-ci; cependant je dois convenir, et je l'avouerai volontiers, qu'il reste encore bien des choses à trouver; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connoît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de son union transversale, c'est-à-dire, quelle force il faut pour rompre, et quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connoît pas la résistance du bois dans des positions différentes de celles que supposent mes expériences; positions cependant assez ordinaires dans les bâtimens, et sur lesquelles il seroit très-important d'avoir des règles certaines; je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une seule de leurs extrémités, etc. Mais en partant des résultats de mon travail, on pourra parvenir aisément à ces connoissances qui nous manquent. Passons maintenant au détail de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étoient la densité et le poids du bois de chêne dans les différens âges, quelle proportion il y a entre la pesanteur du bois qui occupe le centre, et la pesanteur du bois de la circonférence, et encore entre la pesanteur du bois parfait et celle de l'aubier, etc. M. Duhamel m'a dit qu'il avoit fait des expériences à ce sujet; l'attention scrupuleuse avec laquelle les miennes ont été faites, me donne lieu de croire qu'elles se trouveront d'accord avec les siennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour, et ayant posé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle au tour de ce centre; et ensuite ayant posé la pointe du compas au milieu de l'épaisseur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier; j'ai fait ensuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, et l'autre d'aubier; et les ayant posés dans les bassins d'une bonne balance hydrostatique, et qui penchoit sensiblement à un quart de grain, je les ai ajustés en diminuant peu à peu le plus pesant des deux; et lorsqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai pesés; ils pesoient également chacun 371 grains; les ayant ensuite pesés séparément dans l'eau, où je ne fis que les plon-

et que 371 grains d'aubier perdent 343 gr. de leur poids; donc le volume du cœur de chêne est au volume de l'aubier : : 319 $\frac{1}{5}$: 343, et les masses : : 343 : 319$\frac{1}{5}$; ce qui fait environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur et de l'aubier.

J'avois choisi, pour faire cette troisième expérience, un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avoient paru assez égales dans leur épaisseur, et j'enlevai mes trois cylindres, de telle façon que le centre de mon cylindre du milieu, qui étoit pris à la circonférence du cœur, étoit également éloigné du centre de l'arbre où j'avois enlevé mon premier cylindre de cœur, et du centre du cylindre d'aubier; par là, j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à peu près en progression arithmétique; car la perte du cylindre du centre étant 873, et celle du cylindre d'aubier étant 938, on trouvera en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit perdre 905 $\frac{1}{2}$, et, par l'expérience, je trouve qu'il a perdu 906; ainsi, le bois depuis le centre jusqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique.

Je me suis assuré, par des épreuves semblables

semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur; le bois du pied d'un arbre pèse plus que le bois du tronc au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, et cela à peu près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un tems où le bois du centre et celui de la circonférence du cœur pèsent à peu près également, et c'est le tems auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissoient encore, tant en hauteur qu'en grosseur; et les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, et encore sur des arbres de trente-trois ans, j'ai toujours trouvé que le bois du centre à la circonférence, et du pied de l'arbre au sommet, diminuoit de pesanteur à peu près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans, trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesoient 2,004 grains dans l'air; celui du centre perdit dans l'eau

1,713 grains, celui de la circonférence du cœur 1,718 grains, et celui de l'aubier 1,779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres, pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, et qui pesoient dans l'air 1,122 grains, celui du centre perdit 1,002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, et celui de l'aubier 1,023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'étoit plus la partie la plus solide de l'arbre, et elle prouve en même tems que l'aubier est plus pesant et plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que dans les différens climats, dans les différens terrains, et même dans le même terrain, cela varie prodigieusement, et qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans; ceux-ci font une exception à la règle; mais, en général, il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'à un certain âge, dans la proportion que nous avons établie; qu'après cet âge, le bois des différentes parties de l'arbre devient à peu près d'égale pesanteur, et c'est alors qu'il est dans sa

perfection; et enfin que sur son déclin, le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se dessèche faute de nourriture suffisante, et devient plus léger que le bois de la circonférence, à proportion de la profondeur, de la différence du terrain et du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le tems de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu, par les expériences précédentes, la différence de la densité du bois dans les différens âges et dans les différens états où il se trouve avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché quelle étoit la différence de la force, aussi dans les mêmes différens âges; et pour cela, j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous de même âge, c'est-à-dire, d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur, sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi quatre qui étoient les plus parfaits; ils pesoient :

1er	2d	3me	4me barreau.
onces.	onces.	onces.	onces.
$26\frac{31}{32}$.	$26\frac{18}{32}$.	$26\frac{16}{32}$.	$26\frac{15}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

301l.	289l.	272l.	272l.

Ensuite, j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur et de même équarrissage, c'est-à-dire, de 3 pieds, sur 1 pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits; ils pesoient :

1er	2^{d}	4me	3me
onces.	onces.	onces.	onces.
$25\frac{26}{32}$.	$25\frac{20}{32}$.	$25\frac{14}{32}$.	$25\frac{11}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

262^{l}.	258^{l}.	255^{l}.	253^{l}.

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesoient :

1er	2^{d}	3me	4me
onces.	onces.	onces.	onces.
25,	$24\frac{31}{32}$.	$24\frac{26}{32}$.	$24\frac{24}{32}$.

Ils ont rompu sous la charge de

248^{l}.	242^{l}.	241^{l}.	250.

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourroit bien être proportionnelle à sa pesanteur; ce qui s'est trouvé vrai, comme on le verra par la suite de ce mémoire. J'ai répété les mêmes expériences sur des barreaux de 2 pieds, sur d'autres de 18 pouces de longueur et d'un pouce d'équarrissage. Voici le résultat de ces expériences :

BARREAUX DE DEUX PIEDS (1).

Poids.

	1er	2d	3me	4me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$17\frac{2}{32}$.	$16\frac{31}{32}$.	$16\frac{24}{32}$.	$16\frac{21}{32}$.
Circonférence..	$15\frac{28}{32}$.	$15\frac{1}{32}$.	$15\frac{7}{32}$.	$15\frac{16}{32}$.
Aubier........	$14\frac{27}{32}$.	$14\frac{26}{32}$.	$14\frac{24}{\ }$.	$14\frac{22}{32}$.

Charges.

Centre	439^{l}.	428^{l}.	415^{l}.	405^{l}.
Circonférence ..	356^{l}.	350^{l}.	346^{l}.	346^{l}.
Aubier	340^{l}.	334^{l}.	325^{l}.	316^{l}.

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

Poids.

	1er	2d	3me	4me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$13\frac{10}{32}$.	$13\frac{6}{32}$.	$13\frac{4}{32}$.	13.
Circonférence ...	$12\frac{16}{32}$.	$12\frac{13}{32}$.	$12\frac{8}{\ }$.	$12\frac{4}{32}$.
Aubier.........	$11\frac{27}{32}$.	$11\frac{23}{32}$.	$11\frac{18}{32}$.	$11\frac{16}{32}$.

Charges.

Centre	488^{l}.	486^{l}.	478^{l}.	477^{l}.
Circonférence...	460^{l}.	451^{l}.	443^{l}.	441^{l}.
Aubier.........	439^{l}.	438^{l}.	428^{l}.	428^{l}.

(1) Il faut remarquer que comme l'arbre étoit assez gros, le bois de la circonférence étoit beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

BARREAUX D'UN PIED.

Poids.

	1er	2d	3me	4me
	onces.	onces.	onces.	onces.
Centre	$8\frac{19}{32}$.	$8\frac{19}{32}$.	$8\frac{16}{32}$.	$8\frac{15}{32}$.
Circonférence	$8\frac{1}{32}$.	$7\frac{22}{32}$.	$7\frac{20}{32}$.	$7\frac{20}{32}$.
Aubier............	$7\frac{10}{32}$.	$7\frac{2}{32}$.	7.	$6\frac{28}{32}$.

Charges.

Centre	764^{l}.	761^{l}.	750^{l}.	751^{l}.
Circonférence ...	721^{l}.	700^{l}.	693^{l}.	698^{l}.
Aubier...........	668^{l}.	652^{l}.	651^{l}.	643^{l}.

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne suit pas bien exactement la même proportion que sa pesanteur; mais on voit toujours que cette pesanteur diminue, comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne sont pas suffisantes pour jugêr exactement de la force du bois; car les barreaux tirés du centre de l'arbre, sont autrement composés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, et je ne fus pas long-tems sans m'apercevoir que cette différence dans la position, tant des couches

ligneuses que des cloisons qui les unissent, devoit influer beaucoup sur la résistance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme et la situation des couches ligneuses, dans les différens barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre; je vis que les barreaux tirés du centre, contenoient dans le milieu un cylindre de bois rond, et qu'ils n'étoient tranchés qu'aux arêtes; je vis que ceux de la circonférence du cœur, formoient des plans presque parallèles entr'eux avec une courbure assez sensible, et que ceux de l'aubier étoient presque absolument parallèles, avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses varioit très-considérablement dans les différens barreaux, de sorte qu'il y en avoit qui ne contenoient que sept couches ligneuses, et d'autres en contenoient quatorze, dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses, et le sens où elles se trouvoient, lorsqu'on faisoit rompre le barreau, devoient encore faire varier leur résistance, et je cherchai les moyens de connoître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de 3 pieds de longueur, sur un pouce et demi d'équarrissage; chacun de ces deux barreaux contenoit quatorze couches ligneuses, presque parallèles entr'elles. Le premier pesoit 3 livres 2 onces $\frac{1}{8}$, et le second, 3 livres 2 onces $\frac{1}{2}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux, en les exposant de façon que, dans le premier, les couches ligneuses se trouvoient posées horizontalement; et dans le second, elles étoient situées verticalement. Je prévoyois que cette dernière position devoit être avantageuse; et en effet, le premier rompit sous la charge de 832 livres, et le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai de même fait tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage, sur un pied de longueur; l'un de ces barreaux qui pesoit 7 onces $\frac{30}{32}$, et contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres; l'autre qui pesoit 8 onces, et contenoit aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

Des deux autres pareils barreaux, dont le premier pesoit 7 onces, et contenoit huit

couches ligneuses ; et le second 7 onces $\frac{10}{32}$, et contenoit aussi huit couches ligneuses ; le premier dont les couches ligneuses étoient posées horizontalement, a rompu sous 778 livres ; et l'autre dont les couches étoient posées verticalement, a rompu sous 828 livres.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur, sur un pouce et demi d'équarrissage. L'un de ces barreaux qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{16}$, et contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1,217 livres ; et l'autre qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, et qui contenoit aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1,294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage, lorsque les couches ligneuses qui le composent, sont situées perpendiculairement ; elles prouvent aussi que plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées, est considérable. Mais, comme je n'étois pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait les mêmes expériences sur des planches mises les unes contre les

autres, et je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des tems de mon travail, parce qu'il me paroît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour celles qui doivent suivre; elles m'ont appris qu'il y a une différence considérable entre la pesanteur et la force du bois dans un même arbre, selon que ce bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre; elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses, faisoit varier la résistance de la même pièce de bois. Elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois, et dès-lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matière, sont insuffisantes pour déterminer la force du bois; car toutes ces tentatives ont été faites sur des petites pièces d'un pouce ou un pouce et demi d'équarrissage, et on a fondé sur ces expériences, le calcul des tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres, solives et pièces de toute grosseur et longueur, sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premières connoissances de la force du bois, qui ne sont encore que des notions assez peu complettes, j'ai cherché à en acquérir de plus précises; j'ai voulu m'assurer d'abord si de deux morceaux de bois de même longueur et de même figure, mais dont le premier étoit double du second pour la grosseur, le premier avoit une résistance double, et pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux pris dans les mêmes arbres et à la même distance du centre, ayant le même nombre d'années, situés de la même façon, avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre, quatre morceaux de bois parfait, chacun de 2 pouces d'équarrissage, sur 18 pouces de longueur; ces quatre morceaux ont rompu sous 2,983, 3,226, 3,062 et 2,890 livres, c'est-à-dire, sous la charge moyenne de 3,040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de 17 lignes, foibles d'équarrissage, sur la même longueur; ce qui fait, à très-peu près, la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux; et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1,304, 1,274, 1,331, 1,198 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 1,252 livres.

Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage, sur la même longueur de 18 pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur, car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devroient être 510, 1,020, 2,040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1,252, 3,040; ce qui est fort différent, comme l'avoient déja remarqué quelques auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de 18 pouces, de 2 pieds et de 3 pieds de longueur, pour reconnoître si les barreaux d'un pied porteroient une fois autant que ceux de 2 pieds, et pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 765 livres; ceux de 18 pouces, 500 livres; ceux de 2 pieds, 369 livres; et ceux de 3 pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étoient pas fort différentes de ce qu'elles devoient être; car

au lieu de 765, 500, 369 et 230, la règle du levier demandoit 765, 510 $\frac{1}{2}$, 382 et 255 livres ; ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente ; mais d'un autre côté cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement ; et en effet, on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle étoit la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions ; par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur, sur 1 pouce $\frac{1}{2}$ de largeur, et en la plaçant sur l'une et ensuite sur l'autre de ces dimensions ; et pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de 18 pouces de longueur, sur un pouce $\frac{1}{2}$ d'une face, et sur un pouce de l'autre face ; ces quatre barreaux posés sur la face d'un pouce, ont supporté au pied moyen, 723 livres, et quatre autres barreaux tous semblables, posés sur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, ont supporté au pied moyen, 935 livres $\frac{1}{2}$. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, ont supporté au pied moyen, 775 livres, et sur la face d'un pouce $\frac{1}{2}$, 998 livres. Il faut toujours se souvenir que, dans ces expériences, j'avois

soin de choisir des morceaux de bois à peu près de même pesanteur, et qui contenoient le même nombre de couches ligneuses posées du même sens.

Avec toutes ces précautions et toute l'attention que je donnois à mon travail, j'avois souvent peine à me satisfaire ; je m'apercevois quelquefois d'irrégularités et de variations qui dérangeoient les conséquences que je voulois tirer de mes expériences, et j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, et qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisoient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce $\frac{1}{2}$ ou de deux pouces d'équarrissage, il falloit une attention très-scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans la pesanteur, le même nombre dans les couches ligneuses ; et, outre cela, il y avoit un inconvénient presque inévitable ; c'étoit l'obliquité de la direction des fibres, qui souvent rendoit les morceaux de bois tranchés les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche ; ce qui diminuoit considérablement la force du barreau ; je ne parle

pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très-oblique des couches ligneuses; on sent bien que tous ces morceaux étoient rejetés, sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve : enfin, de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur des petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, et je n'ai pas cru devoir hasarder d'en tirer des conséquences générales, pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations et les regrets des peines perdues, me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand; je voyois clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvois me résoudre à l'abandonner; et heureusement j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérois d'abord.

Première expérience.

J'ai fait abattre un chêne de 3 pieds de circonférence, et d'environ 25 pieds de hauteur; il étoit droit et sans branches jusqu'à la hauteur de 15 à 16 pieds; je l'ai fait scier à 14 pieds, afin d'éviter les défauts du bois, causés par l'éruption des branches,

et ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de 14 pieds; cela m'a donné deux pièces de 7 pieds chacune; je les ai fait équarrir le lendemain par les charpentiers, et le surlendemain, je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à 4 pouces juste d'équarrissage. Ces deux pièces étoient fort saines et sans aucun nœud apparent; celle qui provenoit du pied de l'arbre pesoit 60 livres, celle qui venoit du dessus du tronc, pesoit 56 livres; on employa à charger la première 29 minutes de tems; elle plia dans son milieu de 3 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater; à l'instant que la pièce eut éclaté, on discontinua de la charger; elle continua d'eclater et de faire beaucoup de bruit, pendant 22 minutes; elle baissa dans son milieu de 4 pouces $\frac{1}{2}$, et rompit sous la charge de 5,350 livres. La seconde pièce, c'est-à-dire, celle qui provenoit de la partie supérieure du tronc, fut chargée en 22 minutes: elle plia dans son milieu de 4 pouces 6 lignes avant que d'éclater; alors on cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant 8 minutes, et elle baissa dans son milieu de 6 pouces 6 lignes, et rompit sous la charge de 5,275 livres.

II.

II.

Dans le même terrain où j'avois fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un autre presque semblable au premier; il étoit seulement un peu plus élevé, quoiqu'un peu moins gros : sa tige étoit assez droite, mais elle laissoit paroîtré plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure; et à la hauteur de 17 pieds, elle se divisoit en deux grosses branches; j'ai fait tirer de cet arbre deux solives de 8 pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage, et je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-dire, immédiatement après qu'on les eut travaillées et réduites à la juste mesure. La première solive qui provenoit du pied de l'arbre, pesoit 68 livres, et la seconde, tirée de la partie supérieure de la tige, ne pesoit que 63 livres : on chargea cette première solive en quinze minutes; elle plia dans son milieu de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater : dès qu'elle eut éclaté, on cessa de charger; la solive continua d'éclater pendant dix minutes; elle baissa dans son milieu de 8 pouces, après quoi elle rompit en faisant beaucoup de bruit sous le poids

de 4,600 livres. La seconde solive fut chargée en treize minutes ; elle plia de 4 pouces 8 lignes avant que d'éclater, et après le premier éclat, qui se fit à 3 pieds 2 pouces du milieu, elle baissa de 11 pouces en six minutes, et rompit au bout de ce tems, sous la charge de 4,500 livres.

III.

Le même jour, je fis abattre un troisième chêne voisin des deux autres, et j'en fis scier la tige par le milieu ; on en tira deux solives de 9 pieds de longueur chacune, sur 4 pouces d'équarrissage; celle du pied pesoit 77 livres, et celle du sommet 71 livres; et les ayant fait mettre à l'épreuve, la première fut chargée en 14 minutes : elle plia de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et ensuite elle baissa de 7 pouces $\frac{1}{2}$, et rompit sous la charge de 4,100 livres : celle du dessus de la tige, qui fut chargée en douze minutes, plia de 5 pouces $\frac{1}{2}$, éclata; ensuite elle baissa jusqu'à 9 pouces, et rompit net sous la charge de 3,950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige ; elles apprennent aussi

que le bois du pied est plus fort et moins flexible que celui du sommet.

IV.

J'ai choisi dans le même canton où j'avois déjà pris les arbres qui m'ont servi aux expériences précédentes, deux chênes de même espèce, de même grosseur, et à peu près semblables en tout : leur tige avoit 3 pieds de tour, et n'avoit guère que 11 à 12 pieds de hauteur jusqu'aux premières branches ; je les fis équarrir et travailler tous deux en même tems, et on tira de chacun une solive de 10 pieds de longueur, sur 4 pouces d'équarrissage : l'une de ces solives pesoit 84 livres, et l'autre 82 ; la première rompit sous la charge de 3,625 livres, et la seconde sous celle de 3,600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un tems égal à les charger, et qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes ; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire, de 6 pouces $\frac{1}{2}$, et l'autre de 5 pouces 10 lignes.

V.

J'ai fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de 2 pieds 10 à 11 pouces

de grosseur, et d'environ 15 pieds de tige ; j'en ai fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur et de 4 pouces d'équarrissage ; la première pesoit 100 livres et la seconde 98 ; la plus pesante a rompu sous la charge de 3,050 livres, et l'autre sous celle de 2,925 livres, après avoir plié dans leur milieu, la première jusqu'à 7, et la seconde jusqu'à 8 pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de 4 pouces d'équarrissage ; je n'ai pas voulu aller au-delà de la longueur de 12 pieds, parce que, dans l'usage ordinaire, les constructeurs et les charpentiers n'emploient que très-rarement des solives de 12 pieds sur 4 pouces d'équarrissage, et qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de 14 ou 15 pieds de longueur, et de 4 pouces de grosseur seulement.

En comparant la différente pesanteur des solives employées à faire les expériences ci-dessus, on trouve, par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesoit 74 livres $\frac{4}{7}$, par la seconde 73 livres $\frac{6}{8}$, par la troisième 74, par la quatrième 74 $\frac{7}{10}$, et par la cinquième 74 $\frac{1}{4}$; ce qui marque que le pied cube de ce bois pesoit en nombres moyens 74 livres $\frac{5}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de 7 pieds de longueur, supportent 5,313 livres, celles de 8 pieds 4,550, celles de 9 pieds 4,025, celles de 10 pieds 3,612, et celles de 12 pieds 2,987; au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de 7 pieds ayant supporté 5,313 livres, celles de 8 pieds auroient dû supporter 4,649 livres, celles de 9 pieds 4,121, celles de 10 pieds 3,719, et celles de 12 pieds 3,099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paroissoit important d'acquérir une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de 5 pouces d'équarrissage, et de toutes longueurs, depuis 7 pieds jusqu'à 28.

VI.

Comme je m'étois astreint à prendre dans le même terrain tous les arbres que je destinois à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de 28 pieds de longueur; n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés, j'en ai choisi deux dont la tige avoit 28 pieds sans grosses

branches, et qui en tout avoient plus de 45 à 50 pieds de hauteur ; ces chênes avoient à peu près 5 pieds de tour au pied ; je les ai fait abattre le 14 mars 1740, et les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain ; on tira de chaque arbre une solive de 28 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage ; je les examinai avec attention pour reconnoître s'il n'y auroit pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu, et je trouvai que ces deux longues pièces étoient fort saines : la première pesoit 364 livres, et la seconde 360 ; je fis charger la plus pesante avec un équipage léger ; on commença à deux heures cinquante-cinq minutes ; à trois heures, c'est-à-dire, au bout de cinq minutes, elle avoit déjà plié de 3 pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres ; à 3 heures cinq minutes, elle avoit plié de 7 pouces, et elle étoit chargée de 1,000 livres ; à trois heures dix minutes, elle avoit plié de 14 pouces sous la charge de 1,500 livres ; enfin à trois heures douze à treize minutes, elle avoit plié de 18 pouces et elle étoit chargée de 1,800 livres. Dans cet instant, la pièce éclata violemment : elle continua d'éclater pendant quatorze minutes,

et baissa de 25 pouces, après quoi elle rompit net au milieu, sous ladite charge de 1,800 livres. La seconde pièce fut chargée de la même façon ; on commença à quatre heures cinq minutes ; on la chargea d'abord de 500 livres ; en cinq minutes elle avoit plié de 5 pouces ; dans les cinq minutes suivantes, on la chargea encore de 500 livres ; elle avoit plié de 11 pouces $\frac{1}{2}$; au bout de cinq autres minutes, elle avoit plié de 18 pouces $\frac{1}{2}$ sous la charge de 1,500 livres ; deux minutes après, elle éclata sous celle de 1,750 livres, et, dans ce moment, elle avoit plié de 22 pouces ; on cessa de la charger ; elle continua d'éclater pendant six minutes, et baissa jusqu'à 28 pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1,750 livres.

VII.

Comme la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avoit rompu net, dans son milieu, et que le bois n'étoit point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue, pourroient me servir pour faire des expériences sur la longueur de 14 pieds ; je prévoyois que la partie supérieure de cette pièce pèseroit moins et rom-

proit plus aisément que l'autre morceau qui provenoit de la partie inférieure du tronc; mais en même tems je voyois bien qu'en prenant le terme moyen entre les résistances de ces deux solives, j'aurois un résultat qui ne s'éloigneroit pas de la résistance réelle d'une pièce de 14 pieds, prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissoient encore les deux parties; celle qui venoit du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, et celle du sommet 178 livres $\frac{1}{2}$; la première fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes; elle n'avoit pas plié sensiblement sous cette charge; on l'augmenta d'un second millier de livres dans les cinq minutes suivantes; ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans son milieu; un troisième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de 2 pouces; un quatrième millier la fit plier jusqu'à 3 pouces $\frac{1}{2}$, et un cinquième millier jusqu'à 5 pouces $\frac{1}{2}$; on alloit continuer à la charger, mais, après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle étoit chargée, il se fit un éclat à une des arêtes inférieures; on discontinua de charger, les éclats continuèrent, et la pièce baissa dans le milieu jusqu'à 10 pouces, avant que

de rompre entièrement sous cette charge de 5,250 livres; elle avoit supporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la seconde pièce, comme on avoit chargé la première, c'est-à-dire, d'un millier par 5 minutes; le premier millier la fit plier de 3 lignes; le second, d'un pouce 4 lignes; le troisième, de 3 pouces; le quatrième, de 5 pouces 9 lignes; on chargeoit le cinquième millier, lorsque la pièce éclata tout à coup sous la charge de 4,650 livres; elle avoit plié de 8 pouces; après ce premier éclat, on cessa de charger; la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure, et elle baissa jusqu'à 13 pouces, avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4,650 livres.

La première pièce qui provenoit du pied de l'arbre, avoit porté 5,250 livres, et la seconde, qui venoit du sommet, 4,650 livres; cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience; c'est pourquoi je crus qu'il falloit réitérer, et je me servis de la seconde pièce de 28 pieds de la sixième expérience; elle avoit rompu en éclatant à 2 pieds du milieu, du côté de la partie supérieure de la tige, mais la partie inférieure ne paroissoit pas avoir beaucoup souffert de

milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auroient dû porter que le double des pièces de 28 pieds, c'est-à-dire, 3,600 livres ou environ.

VIII.

J'avois fait abattre le même jour deux autres chênes, dont la tige avoit environ 16 à 17 pieds de hauteur sans branches, et j'avois fait scier ces deux arbres en deux parties égales; cela me donna quatre solives de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrisage; de ces quatre solives je fus obligé d'en rebuter une qui provenoit de la partie inférieure de l'un de ces arbres à cause d'une tarre assez considérable; c'étoit un ancien coup de cognée que cet arbre avoit reçu dans sa jeunesse à 3 pieds $\frac{1}{2}$ au dessus de terre; cette blessure s'étoit recouverte avec le tems, mais la cicatrice n'étoit pas réunie et subsistoit en entier, ce qui faisoit un défaut très-considérable; je jugeai donc que cette pièce devoit être rejetée. Les trois autres étoient assez saines et n'avoient aucun défaut; l'une provenoit du pied, et les deux autres du sommet des arbres; la différence de leur poids le marquoit assez, car celle qui venoit du pied pesoit 94 livres, et des deux autres,

l'une pesoit 90 livres et l'autre 88 livres $\frac{1}{2}$. Je les fis rompre toutes trois le même jour, 19 mars; on employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeoit de deux milliers par cinq minutes; on se servit d'un gros équipage qui pesoit seul 2,500 livres; au bout de quinze minutes, elle étoit chargée de 7 milliers; elle n'avoit encore plié que de 5 lignes. Comme la difficulté de charger augmentoit, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la charger que de 1,500 livres; elle avoit plié de 9 lignes; mille livres qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes, la firent plier d'un pouce 3 lignes; autres mille livres, en cinq minutes, l'amenèrent à 1 pouce 11 lignes; encore mille livres, à 2 pouces 6 lignes; on continuoit de charger, mais la pièce éclata tout à coup et très-violemment sous la charge de 11,775 livres; elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à 3 pouces 7 lignes, et rompit net au milieu.

La seconde pièce qui pesoit 90 livres, fut chargée comme la première; elle plia plus aisément, et rompit, au bout de 35 minutes, sous la charge de 10,950 livres; mais il y avoit un petit nœud à la surface inférieure

qui avoit contribué à la faire rompre. La troisième pièce qui ne pesoit que 88 livres $\frac{1}{2}$, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11,275 livres. J'observai qu'elle avoit encore plus plié que les deux autres; mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à mesure qu'on les chargeoit. Par ces trois épreuves, il est aisé de voir que la force d'une pièce de bois de 7 pieds de longueur, qui ne devroit être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à peu près sextuple.

IX.

Pour suivre plus loin ces épreuves, et m'assurer de cette augmentation de force en détail et dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portoit plus de 25 pieds, sans aucunes grosses branches; j'en ai fait tirer deux solives de 24 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage; ces deux pièces étoient fort saines et d'un bois liant qui se travailloit avec facilité. La première pesoit 310 livres, et la seconde n'en pesoit que 307; je les ai

fait charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes ; la première a plié de 2 pouces sous une charge de 500 livres, de 4 pouces $\frac{1}{2}$ sous celle d'un millier, de 7 pouces $\frac{1}{2}$ sous 1,500 livres, et de près de 11 pouces sous 2,000 livres. La pièce éclata sous 2,200, et rompit au bout de cinq minutes, après avoir baissé jusqu'à 15 pouces. La seconde pièce plia de 3 pouces, 6 pouces, 9 pouces $\frac{1}{2}$, 13 pouces sous les charges successives et accumulées de 500, 1,000, 1,500 et 2,000 livres, et rompit sous 2,125 livres, après avoir baissé jusqu'à 16 pouces.

X.

Il me falloit deux pièces de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage pour comparer leur force avec celle des pièces de 24 pieds de l'expérience précédente ; j'ai choisi pour cela deux arbres qui étoient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres ; je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres ; savoir, deux de 22 pieds, 2 de 20, et quatre de 12 à 13 pieds de hauteur ; j'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, et en ayant fait tirer deux solives de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces

d'équarrissage; j'ai été un peu surpris de trouver que l'une des solives pesoit 156 livres, et que l'autre ne pesoit que 138 livres. Je n'avois pas encore trouvé d'aussi grandes différences, même à beaucoup près dans le poids de deux pièces semblables; je pensai d'abord, malgré l'examen que j'en avois fait, que l'une des pièces étoit trop forte, et l'autre trop foible d'équarrissage; mais, les ayant bien mesurées par-tout avec un troussequin de menuisier, et ensuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étoient parfaitement égales; et comme elles étoient saines et sans aucun défaut, je ne laissai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnoître ce que cette différence de poids produiroit. On les chargea toutes deux de la même façon, c'est-à-dire, d'un millier en cinq minutes; la plus pesante plia d'un $\frac{1}{4}$, $\frac{5}{4}$, 1 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{3}{4}$, 4, 5 pouces $\frac{1}{2}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq et trente minutes qu'on employa à la charger, et elle éclata sous la charge de 6,050 livres, après avoir baissé jusqu'à 13 pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de $\frac{4}{5}$, 1, 2, 3 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{4}$ dans les cinq, dix, quinze, vingt et vingt-cinq minutes, et elle éclata sous la charge de 5,225 livres, sous laquelle

laquelle, au bout de 7 à 8 minutes, elle rompit entièrement. On voit que la différence est ici, à peu près, aussi grande dans les charges que dans les poids, et que la pièce légère étoit très-foible. Pour lever les doutes que j'avois sur cette expérience, je fis tout de suite travailler un autre arbre de 13 pieds de longueur, et j'en fis tirer une solive de 12 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage ; elle se trouva peser 154 livres, et elle éclata après avoir plié de 5 pouces 9 lignes, sous la charge de 6,100 livres. Cela me fit voir que les pièces de 12 pieds sur 5 pouces, peuvent supporter environ 6,000 livres, tandis que les pièces de 24 pieds ne portent que 2,200; ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2,200 qu'elles auroient dû porter par la loi du levier. Il me restoit, pour me satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrain, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est si différent en pesanteur et en résistance; j'allai, pour le découvrir, visiter le lieu, et ayant sondé le terrain auprès du tronc de l'arbre qui avoit fourni la pièce légère, je reconnus qu'il y avoit un peu d'humidité qui séjournoit au pied de

cet arbre, par la pente naturelle du lieu, et j'attribuai la foiblesse de ce bois au terrain humide où il étoit crû, car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente; et ayant sondé dans plusieurs endroits, je trouvai par-tout une terre semblable. On verra, par l'expérience suivante, que les différens terrains produisent des bois qui sont quelquefois de pesanteur et de force encore plus inégales.

X I.

J'ai choisi, dans le même terrain où je prenois tous les arbres qui me servoient à faire mes expériences, un arbre à peu près de la même grosseur que ceux de l'expérience neuvième, et en même tems j'ai cherché un autre arbre à peu près semblable au premier, dans un terrain différent; la terre est forte et mêlée de glaise dans le premier terrain, et dans le second ce n'est qu'un sable presque sans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une solive de 22 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage: la première solive, qui venoit du terrain fort, pesoit 281 livres; l'autre, qui venoit du terrain sabloneux, ne pesoit que

232 livres; ce qui fait une différence de près d'un sixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus pesante de ces deux pièces, elle plia de 11 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et elle baissa jusqu'à 19 pouces avant que de rompre absolument; elle supporta, pendant 18 minutes, une charge de 2,975 livres; mais la seconde pièce, qui venoit du terrain sabloneux, ne plia que de 5 pouces avant que d'éclater, et ne baissa que de 8 pouces ½ dans son milieu, et elle rompit au bout de 5 minutes sous la charge de 2,350 livres; ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet; mais revenons à notre échelle des résistances, suivant les différentes longueurs.

XII.

De deux solives de 20 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, prises dans le même terrain et mises à l'épreuve le même jour, la première qui pesoit 263 livres, supporta, pendant dix minutes, une charge de 3,275 livres, et ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de 16 pouces 2 lignes;

la seconde solive qui pesoit 259 livres, supporta, pendant 8 minutes, une charge de 3,175 livres, et rompit après avoir plié de 20 pouces $\frac{1}{2}$.

XIII.

J'ai ensuite fait faire trois solives de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces ; la première pesoit 132 livres, et a rompu sous la charge de 7,225 livres au bout de 20 minutes, et après avoir baissé de 7 pouces $\frac{1}{2}$: la seconde pesoit 130 livres ; elle a rompu, après 20 minutes, sous la charge de 7,050 livres, et elle a baissé de 6 pouces 9 lignes : la troisième pesoit 128 livres $\frac{1}{2}$; elle a rompu sous la charge de 7,100 livres après avoir baissé de 8 pouces 7 lignes, et cela au bout de 18 minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 20 pieds, sur 5 pouces d'équarrissage, peuvent porter une charge de 3,225 livres, et celles de 10 pieds de longueur et du même équarrissage de 5 pouces, une charge de 7,125 livres, au lieu que par les règles de la mécanique elles n'auroient dû porter que 6,450 livres.

X I V.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesoit 232 livres, et qu'elle a supporté, pendant 11 minutes, une charge de 3,750 livres, après avoir baissé de 17 pouces; et que la seconde, qui pesoit 231 livres, a supporté une charge de 3,650 livres pendant 10 minutes, et n'a rompu qu'après avoir baissé de 15 pouces.

X V.

Ayant de même mis à l'épreuve trois solives de 9 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première, qui pesoit 118 livres, a porté, pendant 58 minutes, une charge de 8,400 livres, après avoir plié dans son milieu de 6 pouces; la seconde qui pesoit 116 livres, a supporté, pendant 46 minutes, une charge de 8,325 livres, après avoir plié dans son milieu de 5 pouces 4 lignes; et la troisième qui pesoit 115 livres, a supporté, pendant 40 minutes, une charge de 8,200 livres, et elle a plié de 5 pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3,700 livres, et que celles de 9 pieds portent 8,308 livres $\frac{1}{3}$, au lieu qu'elles n'auroient dû porter, selon les règles du levier, que 7,400 livres.

X V I.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 209 livres, a porté, pendant 17 minutes, une charge de 4,425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 16 pouces; la seconde qui pesoit 205 livres, a porté, pendant 15 minutes, une charge de 4,275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 12 pouces $\frac{1}{2}$.

X V I I.

Et ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 184 livres, porta, pendant 40 minutes, une charge de 9,900 livres, et rompit après avoir baissé de 5 pouces; la seconde qui pesoit 102 livres, porta, pendant 39 minutes, une

charge de 9,675 livres, et rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est 4,350 livres, et que celle des pièces de 8 pieds et du même équarrissage, est 9,787 $\frac{1}{4}$, au lieu que par la règle du levier, elle devroit être de 8,700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences, que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très-considérablement, à mesure que la longueur des pièces augmente, ou, si l'on veut, qu'elle augmente beaucoup, à mesure que cette longueur diminue. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la table ci-après pour s'en convaincre; on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds, est le double et un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et un huitième presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds; que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de 18 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, portent 3,700 livres, et que celles de 9 pieds portent 8,308 livres $\frac{1}{5}$, au lieu qu'elles n'auroient dû porter, selon les règles du levier, que 7,400 livres.

X V I.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 209 livres, a porté, pendant 17 minutes, une charge de 4,425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 16 pouces; la seconde qui pesoit 205 livres, a porté, pendant 15 minutes, une charge de 4,275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de 12 pouces $\frac{1}{2}$.

X V I I.

Et ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 184 livres, porta, pendant 40 minutes, une charge de 9,900 livres, et rompit après avoir baissé de 5 pouces; la seconde qui pesoit 102 livres, porta, pendant 39 minutes, une

charge de 9,675 livres, et rompit après avoir plié de 4 pouces 7 lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de 16 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est 4,550 livres, et que celle des pièces de 8 pieds et du même équarrissage, est 9,787 ½, au lieu que par la règle du levier, elle devroit être de 9,100 livres.

Il résulte de toutes ces expériences, que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très-considérablement, à mesure que la longueur des pièces augmente, ou, si l'on veut, qu'elle augmente beaucoup, à mesure que cette longueur diminue. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la table ci-après pour s'en convaincre; on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds, est le double et un neuvième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et un huitième presque juste de celle d'une pièce de 16 pieds; que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de

14 pieds ; de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue, la résistance augmente, et cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus, à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au-delà de la longueur de 20 pieds, et que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de 24 et de 28 pieds, prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de 14 pieds, comparée à une pièce de 28, que dans une pièce de 7 pieds, comparée à une pièce de 14, et que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande, dans une pièce de 12 pieds, comparée à une pièce de 24 pieds ; mais il n'y a rien là qui se contrarie, et cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel ; c'est que la pièce de 28 pieds et celle de 24 pieds, qui n'ont que 5 pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, et que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre ; car il ne faut que 1,775 livres pour rompre une pièce de 28 pieds, et cette pièce pèse 362 livres. On voit bien

que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre ; et d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, et sur-tout le fil tranché, contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il seroit aisé de faire voir qu'une pièce pourroit rompre par son propre poids, et que la longueur qu'il faudroit supposer à cette pièce, proportionnellement à sa grosseur, n'est pas à beaucoup près aussi grande qu'on pourroit l'imaginer; par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de 7 pieds de longueur, sur 5 pouces d'équarrissage, est de 11,525, on concluroit tout de suite que la charge d'une pièce de 14 pieds est de 5,762 livres; que celle d'une pièce de 28 pieds est de 2,881; que celle d'une pièce de 56 pieds est de 1,440 livres, c'est-à-dire, la huitième partie de la charge de 7 pieds, parce que la pièce de 56 pieds est huit fois plus longue : cependant bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1,440 livres pour rompre une pièce de 56 pieds, sur 5 pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourroit rompre par son propre

tems, perd de sa force même sans avertir et sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu'à un certain point, mais que ce ressort étant bandé autant qu'il peut l'être sans rompre, il ne peut pas se rétablir parfaitement. La seconde solive, qui pesoit 331 livres, supporta, pendant 14 minutes, la charge de 5,500 livres, et rompit après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite ayant éprouvé deux solives de 9 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 166 livres, supporta, pendant 56 minutes, la charge de 13,450 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces 2 lignes ; la seconde, qui pesoit 164 livres $\frac{1}{2}$, supporta, pendant 51 minutes, une charge de 12,850 livres, et rompit après avoir plié de 5 pouces.

X X.

J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage ; la première, qui pesoit 294 livres, a supporté, pendant 26 minutes, une charge de 6,250 livres, et elle a rompu après avoir plié de 8 pouces : la seconde, qui pesoit 293 livres, a supporté, pendant 22 minutes, une

charge de 6,475 livres, et elle a rompu après avoir plié de 10 pouces.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 6 pouces, la première solive, qui pesoit 149 livres, supporta, pendant une heure vingt minutes, une charge de 15,700 livres, et rompit après avoir baissé de 3 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesoit 146 livres, porta, pendant deux heures cinq minutes, une charge de 15,350li vres, et rompit après avoir plié dans le milieu de 4 pouces 2 lignes.

X X I.

Ayant pris deux solives de 14 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 255 livres, a supporté, pendant 46 minutes, la charge de 7,450 livres, et elle a rompu après avoir plié dans le milieu de 10 pouces; la seconde, qui ne pesoit que 254 livres, a supporté, pendant une heure quatorze minutes, la charge de 7,500 livres, et n'a rompu qu'après avoir plié de 11 pouces 4 lignes.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 7 pieds de longueur, sur 6 pouces

d'équarrissage, la première, qui pesoit 128 livres, a supporté, pendant deux heures dix minutes, une charge de 19,250 livres, et a rompu après avoir plié dans le milieu de 2 pouces 8 lignes; la seconde, qui pesoit 126 livres $\frac{1}{2}$, a supporté, pendant une heure 48 minutes, une charge de 18,650 livres; elle a rompu après avoir plié de 2 pouces.

XXII.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 224 livres, a supporté, pendant 46 minutes, la charge de 9,200 livres, et a rompu après avoir plié de 7 pouces; la seconde, qui pesoit 221 livres, a supporté, pendant 53 minutes, la charge de 9,000 livres, et a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes.

J'aurois bien voulu faire rompre des solives de 6 pieds de longueur, pour les comparer avec celles de 12 pieds, mais il auroit fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servois étoit trop large, et ne pouvoit passer entre les deux tréteaux sur lesquels portoient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, sur 6 pouces d'équarrissage, est le double et beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds, est le double et beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds, est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; et enfin que la charge d'une pièce de 7 pieds, est le double et beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de 14 pieds, sur 6 pouces d'équarrissage; ainsi, l'augmentation de la résistance est encore beaucoup plus grande, à proportion, que dans les pièces de 5 pouces d'équarrissage. Voyons maintenant les expériences que j'ai faites sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage.

XXIII.

J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première de ces deux solives, qui pesoit 505 livres, a supporté, pendant 37 minutes, une charge de 8,550 livres, et a rompu

après avoir plié de 12 pouces 7 lignes; la seconde solive, qui pesoit 500 livres, a supporté, pendant 20 minutes, une charge de 8,000 livres, et a rompu après avoir plié de 12 pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de 10 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 254 livres, a supporté, pendant deux heures six minutes, une charge de 19,650 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 7 lignes avant que d'éclater, et baissé de 13 pouces avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesoit 252 livres, a supporté, pendant une heure 49 minutes, une charge de 19,300 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 3 pouces avant que d'éclater, et de 9 pouces avant que de rompre entièrement.

XXIV.

J'ai fait rompre deux solives de 18 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesoit 454 livres, a supporté, pendant une heure huit minutes, une charge de 9,450 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 6 lignes, avant

que

que d'éclater, et de 12 pouces, avant que de rompre: la seconde, qui pesoit 450 livres, a supporté, pendant 54 minutes, une charge de 9,400 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 10 lignes avant que d'éclater; et ensuite de 9 pouces 6 lignes avant que de rompre absolument.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 9 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 7 pouces, la première solive, qui pesoit 227 livres, a supporté, pendant deux heures, une charge de 22,800 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces une ligne avant que d'éclater, et de 5 pouces 6 lignes avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesoit 225 livres, a supporté, pendant 2 heures 18 minutes, une charge de 21,900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 5 pouces 2 lignes avant que de rompre entièrement.

XXV.

J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesoit 406 livres, a supporté, pendant 47 minutes, une charge de 11,100 livres, et elle a rompu après avoir

plié de 4 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et de 10 pouces avant que de rompre absolument; la seconde qui pesoit 403 livres, a supporté, pendant 55 minutes, une charge de 10,900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 5 pouces 3 lignes avant que d'éclater, et de 11 pouces 5 lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux solives de 8 pieds de longueur, sur le même équarrissage de 7 pouces, la première, qui pesoit 204 livres, a supporté, pendant 3 heures 10 minutes, une charge de 26,150 livres, et elle a rompu, après avoir plié de 2 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de 4 pouces, avant que de rompre entièrement; la seconde solive, qui pesoit 201 livres $\frac{1}{2}$, a supporté, pendant 3 heures 4 minutes, une charge de 25,950 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 6 lignes avant que d'éclater, et de 3 pouces 9 lignes avant que de rompre entièrement.

XXVI.

J'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage; la première, qui pesoit 351 livres, a sup-

porté, pendant 41 minutes, une charge de 13,600 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 3 lignes avant que de rompre : la seconde solive, qui pesoit aussi 351 livres, a supporté, pendant 58 minutes, une charge de 12,850 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de 8 pouces 1 ligne avant que de rompre absolument.

Ensuite, ayant fait faire deux solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage, et ayant mis la première à l'épreuve, elle étoit chargée de 28 milliers, lorsque tout-à-coup la machine écroula; c'étoit la boucle de fer qui avoit cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer carré de 18 lignes $\frac{2}{5}$ de grosseur, ce qui fait 348 lignes carrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 milliers, qui tiroient perpendiculairement; cette boucle avoit environ 10 pouces de largeur, sur 13 pouces de hauteur, et elle étoit à très-peu près de la même grosseur par-tout. Je remarquai qu'elle avoit cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles, où naturellement

j'aurois pensé qu'elle auroit dû rompre ; je remarquai aussi, avec quelque surprise, qu'on pouvoit conclure de cette expérience, qu'une ligne carrée de fer ne devoit porter que 40 livres; ce qui me parut si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de 7 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avois employé; je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reste de mes expériences sur la force du bois.

XXVII.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 11 pieds de longueur, sur 7 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 302 livres, a supporté, pendant une heure 2 minutes, la charge de 16,800 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 6 lignes avant que de rompre totalement : la seconde solive, qui pesoit 301, a supporté, pendant

55 minutes, une charge de 15,550 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 4 lignes avant que d'éclater, et de 7 poûces avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de 7 pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de 10 pieds de longueur, est le double et plus d'un sixième de celle d'une pièce de 20 pieds; que la charge d'une pièce de 9 pieds est le double et près d'un cinquième de celle d'une pièce de 18 pieds; que la charge d'une pièce de 8 pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de 16 pieds; d'où l'on voit que, non seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, et qui est ici le rapport entre la résistance d'une pièce de 10 pieds, et le double de la résistance d'une pièce de 20 pieds; que non seulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la résistance accroît toujours, à mesure que les pièces deviennent plus grosses. On doit observer ici que les différences proportionnelles des augmentations de la résistance des pièces de 7 pouces, sont moindres en comparaison des augmentations de la résistance des pièces de 6 pouces, que celles-ci

ne le sont, en comparaison de celles de 5 pouces; mais cela doit être, comme on le verra par la comparaison que nous ferons des résistances avec les épaisseurs des pièces.

Venons enfin à la dernière suite de mes expériences sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage.

XXVIII.

J'ai fait rompre deux solives de 20 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage; la première qui pesoit 664 livres, a supporté, pendant 47 minutes, une charge de 11,775 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de 6 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater, et de 11 pouces avant que de rompre absolument : la seconde solive, qui pesoit 660 livres $\frac{1}{2}$, a supporté, pendant 44 minutes, une charge de 11,200 livres, et elle a rompu après avoir plié de 6 pouces juste avant que d'éclater, et de 9 pouces 3 lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite, ayant mis à l'épreuve deux pièces de 10 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 331 livres, a supporté, pendant 3 heures 20 minutes, la charge énorme de 27,800 livres, après avoir plié de 3 pouces avant que

d'éclater, et de 5 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument; la seconde pièce, qui pesoit 350 livres, a supporté, pendant 4 heures 5 ou 6 minutes, la charge de 27,700 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de 2p ouces 3 lignes avant que d'éclater, et de 4 pouces 5 lignes avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant; c'étoit comme autant de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisoient, et ces expériences ont été les plus pénibles et les plus fortes que j'aie faites; il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids, parce que je craignois que la boucle de fer ne cassât sous cette charge de 27 milliers, puisqu'il n'avoit fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avois mesuré la hauteur de cette boucle, avant que de faire ces deux expériences, afin de voir si le fer s'alongeroit par le poids d'une charge si considérable et si approchante de celle qu'il falloit pour la faire rompre; mais, ayant mesuré une seconde fois la boucle, et cela après les expériences faites, je n'ai pas trouvé la moindre différence: la boucle avoit, comme auparavant, 12 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, et les angles étoient aussi droits qu'ils l'étoient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de 18 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 594 livres, a supporté, pendant 54 minutes, la charge de 13,500 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces $\frac{1}{2}$ avant que d'éclater, et de 10 pouces 2 lignes avant que de rompre ; la seconde solive qui pesoit 593 livres, a supporté, pendant 48 minutes, la charge de 12,900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 4 pouces une ligne avant que d'éclater, et de 7 pouces 9 lignes avant que de rompre absolument.

XXIX.

J'ai fait rompre deux solives de 16 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage ; la première de ces solives, qui pesoit 528 livres, a supporté, pendant une heure 8 minutes, la charge de 16,800 livres, et elle a plié de 5 pouces 2 lignes avant que d'éclater, et de 10 pouces environ avant que de rompre : la seconde pièce qui ne pesoit que 524 livres, a supporté, pendant 58 minutes, une charge de 15,950 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 9 lignes avant que d'éclater, et de 7 pouces 5 lignes avant que de rompre totalement.

Ensuite j'ai fait rompre deux solives de 14 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage ; la première qui pesoit 461 livres, a supporté, pendant une heure 26 minutes, une charge de 20,050 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 10 lignes avant que d'éclater, et de 8 pouces $\frac{1}{2}$ avant que de rompre absolument : la seconde solive, qui pesoit 459 livres, a supporté, pendant une heure et demie, la charge de 19,500 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces 2 lignes, avant que d'éclater, et de 8 pouces avant que de rompre entièrement.

Enfin, ayant mis à l'épreuve deux solives de 12 pieds de longueur, sur 8 pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 397 livres, a supporté, pendant deux heures cinq minutes, la charge de 23,900 livres, et elle a rompu après avoir plié de 3 pouces juste avant que de rompre : la seconde qui pesoit 395 livres $\frac{1}{2}$, a supporté, pendant 2 heures 49 minutes, la charge de 23,000 livres, et elle a rompu après avoir plié de 2 pouces 11 lignes avant que d'éclater, et de 6 pouces 8 lignes avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites

sur des pièces de 8 pouces d'équarrissage. J'aurois desiré pouvoir faire rompre des pièces de 9, de 8 et de 7 pieds de longueur, et de cette même grosseur de 8 pouces ; mais cela me fut impossible, parce que je manquois des commodités nécessaires, et qu'il m'auroit fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, et sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettoit près de 28 milliers en équilibre; car je présume qu'une pièce de 7 pieds de longueur sur 8 pouces d'équarrissage, auroit porté plus de 45 milliers. On verra dans la suite si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour des dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides en général, et du bois en particulier, ont donné, comme fondamentale, la règle suivante : *La résistance est en raison inverse de la longueur, en raison directe de la largeur, et en raison doublée de la hauteur.* Cette règle est celle de Galilée, adoptée par tous les mathématiciens, et elle seroit vraie pour des solides qui seroient absolument inflexibles et qui romproient tout à coup ; mais dans les solides élastiques, tels que le bois, il est aisé d'apercevoir que cette

règle doit être modifiée à plusieurs égards. M. Bernoulli a fort bien observé que, dans la rupture des corps élastiques, une partie des fibres s'alonge, tandis que l'autre partie se raccourcit, pour ainsi dire, en refoulant sur elle-même. Voyez son mémoire, dans ceux de l'académie, année 1705. On voit, par les expériences précédentes, que dans les pièces de même grosseur, la règle de la résistance de la raison inverse de la longueur, s'observe d'autant moins que les pièces sont plus courtes. Il en est tout autrement de la règle de la résistance en raison directe de la largeur et du carré de la hauteur : j'ai calculé la table septième à dessein de m'assurer de la variation de cette règle ; on voit dans cette table les résultats des expériences, et au dessous les produits que donne cette règle : j'ai pris pour unité les expériences faites sur les pièces de 5 pouces d'équarrissage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre sur cette dimension que sur les autres. On peut observer dans cette table, que plus les pièces sont courtes et plus la règle approche de la vérité, et que dans les plus longues pièces, comme celles de 18 à 20 pieds, elle s'en éloigne ; cependant, à tout prendre, on peut se servir de la règle

générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses et plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance ; car en jetant les yeux sur cette même table, on voit un grand accord entre la règle et les expériences pour les différentes grosseurs, et il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs et aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLE DES EXPÉRIENCES

SUR LA FORCE DU BOIS.

PREMIERE TABLE.

Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces.	Charges.	Tems employé à charger les pièces.		Flèches de la courbure des pièces dans l'instant où elles commencent à rompre.	
Pieds.	Livres.	Livres.	Heur.	Min.	Pouc.	Lig.
7....	60...	5350..	0.	29.	3.	6.
	56...	5275..	0.	22.	4.	6.
8....	68...	4600..	0.	15.	3.	9.
	63...	4500..	0.	13.	4.	8.
9....	77...	4100..	0.	14.	4.	10.
	71...	3950..	0.	12.	5.	6.
10....	84...	3625..	0.	15.	5.	10.
	82...	3600..	0.	15.	6.	6.
12....	100...	3050..	0.	0.	7.	0.
	98...	2925..	0.	0.	7.	0.

SECONDE TABLE

Pour les pièces de quatre pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces.	Charges.	Tems depuis le 1er Éclat jusqu'à l'instant de la Rupture.		Flèches de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	Livres.	Livres.	Heur.	Min.	Pouc.	Lig.
7....	94...	11775.	0.	58.	2.	6.
	88½..	11275.	0.	53.	2.	6.
8....	104...	9900.	0.	40.	2.	8.
	102...	9675.	0.	39.	2.	11.
9....	118...	8400.	0.	28.	3.	0.
	116...	8325.	0.	28.	3.	3.
	115...	8200.	0.	26.	3.	6.
10....	132...	7225.	0.	21.	3.	2.
	130...	7050.	0.	20.	3.	6.
	128½..	7100.	0.	18.	4.	0.
12...	156...	6050.	0.	30.	5.	6.
	154...	6100.	0.	0.	5.	9.
14...	178...	5400.	0.	1.	8.	0.
	176...	5200.	0.	18.	8.	3.
16...	209...	4425.	0.	17.	8.	1.
	205...	4275.	0.	15.	8.	2.
18...	232...	3750.	0.	11.	8.	0.
	231...	3650.	0.	10.	8.	2.
20...	263...	3275.	0.	10.	8.	10.
	259...	3175.	0.	8.	10.	0.
22...	281...	2975.	0.	18.	11.	3
24...	310...	2200.	0.	16.	11.	0.
	307...	2125.	0.	15.	13.	6.
26...	....	....	....		....	
28...	364...	1800.	0.	17.	18.....	
	360...	1750.	0.	17.	22.....	

TROISIEME TABLE

Pour les pièces de six pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces	Charges.	Tems depuis le 1er Éclat jusqu'à l'instant de la Rupture.		Flèches de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	Livres.	Livres.	Heur.	Min.	Pouc.	Lig.
7....	128...	19250.	1.	49.	(1)	
	126½..	18650.	1.	38.		
8....	149...	15700.	1.	12.	2.	4.
	146...	15350.	1.	10.	2.	5.
9....	166...	13450.	0.	56.	2.	6.
	164½..	12850.	0.	51.	2.	10.
10....	188...	11475.	0.	46.	3.	0.
	186...	11025.	0.	44.	3.	6.
12....	224...	9200.	0.	31.	4.	0.
	221...	9000.	0.	32.	4.	1.
14....	255...	7450.	0.	25.	4.	6.
	254...	7500.	0.	22.	4.	2.
16....	294...	6250.	0.	20.	5.	6.
	293...	6475.	0.	19.	5.	10.
18....	334...	5625.	0.	16.	7.	5.
	331...	5500.	0.	14.	8.	6.
20....	377...	5025.	0.	12.	9.	6.
	375...	4875.	0.	11.	8.	10.

(1) On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dons leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.

QUATRIEME TABLE.

Pour les pièces de sept pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces.	Charges.	Tems depuis le 1er Eclat jusqu'à l'instant de la Rupture.		Flèches de la courbure, avant que d'éclater.	
Pieds.	Livres.	Livres.	Heur.	Min.	Pouc.	Lig.
7....	0...	0.	0.	0.	0.	0.
8....	204...	26150.	2.	6.	2.	9.
	201½...	25950.	2.	13.	2.	6.
9....	227...	22800.	1.	40.	3.	1.
	225...	21900.	1.	37.	2.	11.
10....	254...	19650.	1.	13.	2.	7.
	252...	19300.	1.	16.	3.	0.
12....	302...	16800.	1.	3.	2.	11.
	301...	15550.	1.	0.	3.	4.
14....	351...	13600.	0.	55.	4.	2.
	351...	12850.	0.	48.	3.	9.
16....	406...	11100.	0.	41.	4.	10.
	403...	10900.	0.	36.	5.	3.
18....	454...	9450.	0.	27.	5.	6.
	454...	9400.	0.	22.	5.	10.
20....	505...	8550.	0.	15.	7.	10.
	500...	8000.	0.	13.	8.	6.

CINQUIÈME

CINQUIÈME TABLE.

Pour les pièces de huit pouces d'équarrissage.

Longueur des Pièces.	Poids des Pièces.	Charges.	Tems depuis le 1er Éclat jusqu'à l'instant de la Rupture.	Flèches de la courbure, avant que d'éclater.
Pieds.	Livres.	Livres.	Heur. Min.	Pouc. Lig.
10....	331....	27800..	2. 50..	3. 0..
	331....	27700..	2. 58..	2. 3..
12....	397....	23900..	1. 30..	3. 0..
	395 ½..	23000..	1. 23..	2. 11..
14....	461....	20050..	1. 6..	3. 10..
	459....	19500..	1. 2..	3. 2..
16....	528....	16800..	0. 47..	5. 2..
	524....	15950..	0. 50..	3 9..
18....	594....	13500..	0. 32..	4. 6..
	593....	12900..	0. 30..	4. 1..
20....	664..	11775..	0. 24..	6. 6..
	660 ½..	12200..	0. 28..	6. 0..

SIXIÈME TABLE.

Pour les charges moyennes de toutes les Expériences précédentes.

Longueur des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 Pouces.	5 Pouces.	6 Pouces.	7 Pouces.	8 Pouces.
Pieds.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7...	5312..	11525.	18950.		
8...	4550..	9787½	15525.	26050.	
9...	4025..	3308⅓	13150.	22350.	
10...	3612..	7125.	11250.	19475.	27750.
12...	2987½.	6075.	9100.	16175.	23450.
14...	......	5300.	7475.	13225.	19775.
16...	......	4350.	6362½	11000.	16375.
18...	......	3700.	5562½	9245.	13200.
20...	......	3225.	4950.	8375.	11487½
22...	......	2975.			
24...	......	2162½			
28...	......	1775.			

Septième Table. *Comparaison de la résistance du bois, trouvée par les expériences précédentes, et de la résistance du bois, suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le carré de la hauteur, en supposant la même longueur.*

* Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.

Long. des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 Pouces.	5 Pouces.	6 Pouces.	7 Pouces.	8 Pouces.
Pieds.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7..	5312. 5901.	11525.	18950. 19915$\frac{2}{5}$.	*32200. 31624$\frac{3}{5}$.	48100. 47649$\frac{1}{5}$. 47198$\frac{2}{5}$.
8.	4550. 5011$\frac{1}{5}$.	9787.	15525. 16912$\frac{4}{5}$.	26050. 26856$\frac{9}{10}$.	*39750. 40089$\frac{3}{5}$
9..	4025. 4253$\frac{11}{15}$.	8308$\frac{1}{3}$.	13150. 14356$\frac{4}{5}$.	22350. 22798$\frac{1}{5}$.	*32800.. 34031.
10..	3612. 3648.	7125.	11250. 12312.	19475. 19551.	27750. 29184.
12..	2987$\frac{1}{2}$. 3110$\frac{2}{5}$.	6075.	9100. 10497$\frac{3}{5}$.	16175. 16669$\frac{4}{5}$.	23450. 24883$\frac{1}{5}$.
14..	......	5100.	7475. 8812$\frac{4}{5}$.	13225. 13995$\frac{4}{5}$.	19775. 20889$\frac{3}{5}$.
16..	......	4350.	6362$\frac{1}{4}$. 9516$\frac{4}{5}$.	11000$\frac{1}{2}$. 11936$\frac{2}{5}$.	16375. 17817$\frac{3}{5}$.
18..	......	3700.	5562$\frac{1}{2}$. 6393$\frac{3}{5}$.	9425. 10152$\frac{4}{5}$.	13200. 15155$\frac{1}{5}$.
20..	......	3225.	4950. 5572$\frac{4}{5}$.	8275. 8849$\frac{2}{5}$.	11487$\frac{1}{2}$ 13209$\frac{3}{5}$.

DOUZIÈME MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER.

Moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du bois.

Il ne faut, pour cela, qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le tems de la sève, et le laisser sécher entièrement sur pied, avant que de l'abattre ; cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense ; on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples et aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement, aux yeux des physiciens, qu'un mérite bien léger ; mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées, et peut-être que l'exactitude et les soins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grâce devant ceux-mêmes qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte, que la peine et le tems qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, sur-tout depuis que j'ai lu ce que Vitruve et Évelin rap-

portent à cet égard. Le premier nous dit, dans son architecture, qu'avant d'abattre les arbres, il faut les cerner par le pied, jusque dans le cœur du bois, et les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte, dans son Traité des Forêts, que le docteur Plot assure, dans son Histoire Naturelle, qu'autour de Haffon en Angleterre, on écorce les gros arbres sur pied dans le tems de la sève; qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant; qu'on les coupe alors; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce; que le bois en devient bien plus dur, et qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, et sont rapportés par des auteurs d'un assez grand crédit, pour avoir mérité l'attention des physiciens, et même des architectes; mais il y a tout lieu de croire, qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'ordonnance des eaux et forêts, a pu retarder leur curiosité. Il est défendu sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre, et de le laisser sécher sur pied; cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû

faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés ; et je serois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas, pour les sciences, ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis, nouvellement abattu, et où j'avois fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur, et de cinq à six pieds de pourtour ; ces arbres étoient tous quatre très-vigoureux, bien en sève, et âgés d'environ soixante-dix ans ; j'ai fait enlever l'écorce depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très-facilement du corps de l'arbre dans le tems de la sève. Ces chênes étoient de l'espèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même espèce, dans le même terrain, et aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon

dessein étoit d'en faire écorcer le même jour encore six, et en abattre six autres, mais je ne pus achever cette opération que le lendemain : de ces six chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au tems que j'en aurois besoin, pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, et qu'elle devoit produire un grand changement, j'allai, plusieurs jours de suite, visiter très-curieusement mes arbres écorcés; mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 de juillet, l'un de ces chênes, celui qui étoit le moins en sève dans le tems de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devoit bientôt le détruire. Ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, et bientôt jaunirent entièrement, séchèrent et tombèrent, de sorte qu'au 26 août il ne lui en restoit pas une. Je le fis abbattre, le 30 du même mois; j'étois présent; il étoit devenu si dur que la cognée avoit peine à entrer, et qu'elle cassa, sans que la mal-adresse du

bûcheron me parût y avoir part; l'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois, qui étoit encore humide et plein de sève.

Celui de mes arbres qui, dans le tems de l'écorcement, n'étoit pas plus en sève que le précédent, ne tarda guère à le suivre; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, et il s'en défit entièrement avant le 10 de septembre. Comme je craignois d'avoir fait abattre trop tôt le premier, et que l'humidité que j'avois remarquée au dedans, indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousseroit des feuilles au printems suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement; ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le tems ordinaire; et même l'un des quatre, dont la tête étoit légère et peu chargée de branches, ne les quitta qu'au tems juste de leur chûte naturelle; mais je remarquai que les feuilles, et même quelques rejetons de tous quatre, s'étoient desséchées du côté du midi, plusieurs jours auparavant.

Au printems suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, et n'attendirent pas le tems ordinaire du développement des

feuilles pour en faire paroître ; ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter ; j'observai les feuilles ; leur accroissement fut assez prompt, mais bientôt arrêté faute de nourriture suffisante ; cependant elles vécurent, mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'étoit dépouillé le premier, sentit aussi le premier tout l'effet de l'état d'inanition et de sécheresse où il étoit réduit ; ses feuilles se fanèrent bientôt et tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734. Je le fis abattre le 30 août, c'est-à-dire, une année après celui qui l'avoit précédé ; je jugeai qu'il étoit au moins aussi dur que l'autre, et beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui étoit à peine encore un peu humide : je le fis conduire sous un hangar, où l'autre étoit déjà avec les six arbres dans leur écorce, auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restoient, quittèrent leurs feuilles au commencement de septembre ; mais le chêne à tête légère les conserva plus long-tems, et il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réserver pour l'année suivante, avec celui des trois autres qui me parut

le moins malade, et je fis abattre les deux plus foibles en octobre 1734. Je laissai deux de ces arbres exposés à l'air et aux injures du tems, et je fis conduire l'autre sous le hangar; ils furent trouvés très-durs à la cognée, et le cœur du bois étoit presque sec.

Au printems 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie; les boutons se gonflèrent, mais les feuilles ne purent se développer. L'autre me parut tout à fait mort; en effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avoit plus d'humide radical, et je le trouvai d'une très-grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque tems après, et je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avois fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à peu près; car j'avois déjà reconnu, par expérience, que le bois, dans un arbre d'une certaine grosseur, étoit plus pesant

et plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de 14 pieds de longueur ; j'en marquai les centres au dessus et au dessous ; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un carré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, et je fis scier et enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varlope, et réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, et j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnoître leur force, et d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre, qui avoit péri le premier après l'écorcement, pesoit 242 livres ; elle se trouva la moins forte de toutes, et rompit sous 7,940 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui comparai, pesoit 234 livres ; elle rompit sous 7,320 livres.

La solive du second arbre écorcé, pesoit 249 livres ; elle plia plus que la première, et rompit sous la charge de 8,362 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui

comparai, pesoit 236 livres ; elle rompit sous la charge de 7,385 livres.

La solive de l'arbre écorcé et laissé aux injures du tems, pesoit 258 livres ; elle plia encore plus que la seconde, et ne rompit que sous 8,926 livres.

Celle de l'arbre en écorce, que je lui comparai, pesoit 239 livres, et rompit sous 7,420 livres.

Enfin, la solive de mon arbre à tête légère, que j'avois toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, et porta, avant que de rompre, 9,046 livres.

L'arbre que je lui comparai, pesoit 238 livres, et rompit sous 7,500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre : mais les épreuves ci-dessus suffisent pour faire voir que le bois écorcé et séché sur pied, est toujours plus pesant, et considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé et laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de 6 pieds de longueur et de 5

pouces d'équarrissage; il se trouva qu'à l'une des faces, il y avoit un petit abreuvoir, mais qui ne pénétroit guère que d'un demi-pouce, et à la face opposée, une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser et charger; elle pesoit 75 livres; on la chargea, en une heure cinq minutes, de 8,500 livres, après quoi elle craqua assez violemment; je crus qu'elle alloit casser quelque tems après avoir craqué, comme cela arrivoit toujours; mais, ayant eu la patience d'attendre trois heures, et voyant qu'elle ne baissoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, et au bout d'une autre heure, elle rompit enfin après avoir craqué, pendant une demi-heure, sous la charge de 12,745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve, que pour faire voir que cette solive auroit porté davantage, sans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée d'un pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très-saine et sans aucun défaut; on la chargea en une heure 38 minutes, après quoi elle craqua très-légèrement, et continua de craquer de

quart-d'heure en quart-d'heure, pendant trois heures entières, et rompit au bout de ce tems, sous la charge de 11,889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant et plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut; mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur, sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre; le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, et rompit sous 287 livres. Le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le troisième pesoit 23 onces $\frac{4}{32}$, et rompit sous 275 livres. Le quatrième pesoit 23 onces $\frac{28}{32}$, et rompit sous 291 livres; et le cinquième pesoit 23 onces $\frac{14}{32}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu près 23 onces $\frac{11}{32}$, et la charge moyenne à peu près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, et la charge moyenne de 248

livres ; et ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{52}$, et la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé, est non seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés, plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur, sur un pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage, entre lesquels je ne pus en trouver que trois d'assez parfaits pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1,294 livres ; la seconde, sous 1,219 livres ; la troisième, sous 1,247 livres, c'est-à-dire, au pied moyen sous 1,253 livres : mais de plusieurs solives semblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres ; ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé et séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de 2 pieds de longueur, sur un

pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six, qui, au pied moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres ; et il n'a fallu que 353 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce, qui portoient la même longueur et le même équarrissage, et même il n'a fallu que 379 livres au pied moyen, pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin, de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur, sur 1 pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé 17 assez parfaits pour être mis à l'épreuve; ils pesoient 7 onces $\frac{29}{55}$ au pied moyen, et il a fallu pour les rompre la charge de 798 livres; mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier, d'un de mes arbres en écorce, n'étoit que de 6 onces $\frac{28}{52}$, et la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre, de 629 livres ; et la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par 8 différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés et séchés sur pied, est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, et beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire

que

que j'ai remarqué, en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier étoit celle qui résistoit davantage; en sorte qu'il falloit constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au dedans. Cela est tout à fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger et plus foible, à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, et des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail; je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence, n'est pas à beaucoup près aussi sensible, et qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter, sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir; il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés et séchés sur pied, est plus

dur, plus solide, plus pesant et plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; et de là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter. Il en est ici comme de l'âge des souches, et en général comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que la briéveté de notre vie semble nous dérober à jamais : il faudroit laisser à la postérité des expériences commencées ; il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traités nous-mêmes, car le peu de traditions physiques que nous ont laissées nos ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude, ou par le peu d'intelligence des auteurs, et plus encore par les faits hasardés ou faux, qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité et de force dans le bois écorcé sur pied, se présente d'elle-même ; il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois, qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce et le bois ancien; nos arbres

écorcés ne forment point de ces nouvelles couches, et quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée et contrainte de se fixer dans tous les vuides de l'aubier et du cœur même de l'arbre; ce qui en augmente nécessairement la solidité, et doit par conséquent augmenter la force du bois; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée; mais, à cause de quelques circonstances particulières qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur, à trois pieds au dessus de terre, à plusieurs chênes de différens âges, en sorte que l'aubier paroissoit à nud et entièrement découvert; j'interceptois par ce moyen le cours de la sève qui devoit passer par l'écorce, et entre l'écorce et le bois; cependant au printems suivant, ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, et ils leur ressembloient en tout; je n'y trouvai même rien

de remarquable qu'au 22 de mai : j'aperçus alors de petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au dessus de la ceinture, qui sortoient d'entre l'écorce et l'aubier tout autour de ces arbres ; au dessous de cette ceinture, il ne paroissoit et il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant et en s'appliquant sur l'aubier ; les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux, et tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le tems ordinaire de leur chûte. Au printems suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres ; je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu, mais ils ne s'étendirent plus ; les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, et ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième printems, mes arbres se parèrent encore de verdure, et devancèrent les autres ; mais les plus jeunes ou plutôt les plus petits ne la conservèrent pas long-tems ; les sécheresses de juillet les dépouillèrent : les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, et j'en ai eu deux qui en avoient encore après le quatrième printems ; mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année

depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres ; elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire : mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, et même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étoient qu'une expansion du *liber* qui s'étoit formé entre le bois et l'écorce. Ainsi, la sève qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvoit contrainte de fixer dans les pores du bois et d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, et ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait, dont les bourrelets faisoient l'appendice et la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-tems que l'arbre même. Au dessous de la ceinture, l'écorce vécut aussi; mais il ne se forma ni bourrelets, ni nouveau bois : l'action des feuilles et des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure ; et j'ima-

gine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers ; c'est un moyen sûr de hâter leur production ; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, et donnent des fruits hâtifs et assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avois enlevé, non seulement l'écorce, mais même tout l'aubier, et ces fruits prématurés étoient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers et des pruniers vigoureux ; cette opération a fait mourir, dès la première année, les plus petits de ces arbres, mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux ou trois ans ; ils se couvroient avant la saison d'une prodigieuse quantité de fleurs ; mais le fruit qui leur succédoit, ne venoit jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres, qui ne leur est que trop souvent enlevée par différens accidens, et je n'ai pas travaillé sans succès ; mais cette matière est toute différente de

celle que nous traitons ici, et demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmans et qui poussoient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un coignassier, le 3 avril; j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre : ces deux seules branches donnèrent des fruits; le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement, et demeura stérile : au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet étoit le même, et j'avois le plaisir de recueillir des fruits sur ces arbres stériles depuis long-tems. L'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre; il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au dessus et le moindre au dessous de la petite corde, et souvent, dès la première ou la seconde année, elle se trouve recouverte et incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, sur-tout l'épanouissement des fleurs et la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait; on

la trouvera dans la Statique des végétaux : cette interception de la sève durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse ; et plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force et en plus grande quantité ; l'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur : tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis et obstrués. Il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait : mais tout se remplit à peu près également ; et c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur et de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce ; et ceci prouve en même tems que l'aubier de ces arbres écorcés, ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité et la force qu'autrement il n'auroit acquise qu'en douze ou quinze ans ; car il faut à peu

près ce tems dans les meilleurs terrains, pour transformer l'aubier en bois parfait. On ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toujours fait jusqu'ici, et de le rejeter : on emploiera les arbres dans toute leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'auroit pu en tirer que deux. Un arbre de quarante ans pourra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de soixante ans ; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non seulement la force et la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité ? n'y auroit-il pas quelqu'inconvénient à le permettre, et cette opération ne fait-elle pas périr les souches ? Il est vrai qu'elle leur fait tort ; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, et d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, et n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'ordonnance sont justes à cet égard, et sa sévérité est sage ; les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce qui s'emploie à tanner

les cuirs ; c'est-là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce, lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, et que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se seroit rétabli souvent sans la rigueur des lois : or, pour un très-léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faisoit un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer et sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repoussoient plus, quantité d'autres qui poussoient plus foiblement que les souches ordinaires ; leur langueur a même été durable ; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison ; il conviendroit seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis ; il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux et tous les arbres de service ; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien : que plus un arbre est vieux, lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire ; ainsi, soit

qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produiront peu, lorsqu'on aura attendu le tems de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge, qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car, ayant observé les souches de mes six arbres écorcés et séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couverts d'un assez grand nombre de rejetons; les deux autres n'ont poussé que très-foiblement, et ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le tems de l'écorcement, étoient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejetons avoient trois à quatre pieds de hauteur; et je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut, si le taillis qui les environne et qui les a devancés, ne les privoit pas des influences de l'air libre, si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi, l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on pourroit le croire; cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile et très-avantageux; mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, et il faut choisir

le tems de la plus grande sève pour faire cette opération ; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement, et par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus long-tems leur puissance d'attraction, et tous les canaux ne se ferment que long-tems après l'écorcement ; au lieu que, dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, et la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement ; la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir ; son action, pour y pénétrer, est impuissante, et ses tuyaux, sevrés de nourriture, sont obstrués faute de tension : les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre, et à l'arrivée de la sève, ils ne présentent que de petits orifices, qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plutôt remplis et obstrués que les tuyaux ouverts et distendus des arbres que la sève a humectés et préparés avant l'écorcement ; c'est ce qui a fait que dans nos expériences, les deux arbres

qui n'étoient pas aussi en sève que les autres, ont péri les premiers, et que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire. Il faut donc attendre le tems de la plus grande sève pour écorcer; on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre tems, ne laisseroit pas d'être assez longue, et qui, dans cette saison de la sève, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme, monté au dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement et le déssèchement sur pied, ne rendent tous les bois, de quelqu'espèce qu'ils soient, plus compactes et plus fermes : de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre et trop recommander cette pratique.

ARTICLE II.

Expériences sur le dessèchement du bois à l'air, et sur son imbibition dans l'eau.

Expérience première.

Pour reconnoître le tems et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt-dix ans ; je l'ai fait scier et équarrir tout de suite, et j'en ai fait tirer un bloc en forme de parallélipipède de 1[illegible] pouces 2 lignes $\frac{1}{2}$ de hauteur, de 8 pouces 2 lignes d'épaisseur, et 9 pouces 5 lignes de largeur. Je m'étois trouvé réduit à ces mesures, parce que je ne voulois me servir que du bois parfait qu'on appelle *le cœur ;* et que j'avois fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne pesoit d'abord 45 livres 10 onces ; ce qui revient à très-peu près à 72 livres 3 onces le pied cube.

Table du dessèchement de ce morceau de bois.

Nota. Il étoit sous un hangar à l'abri du soleil.

ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du Bois.	ANNÉES, MOIS ET JOURS	POIDS du Bois.
1733.	liv. onc.		liv. onc.
Mai. 23.	45. 10	1734. Avril. 26...	34. 10
24.	45. 1	Mai. 26...	34. 7
25.	44. 10	Juin. 26...	33. 14
26.	44. 5	Juil. 26...	33. 6 ½
27.	44. ¼	Août. 26...	33.
28.	43. 11 ¾	Sept. 26...	32. 11
29.	43. 7 ¾	Octo. 26...	32. 7
30.	43. 4	Nov. 26...	32. 11
Juin. 2.	42. 11	Déc. 26...	32. 12 ½
6.	42. 1	1735. Jan. 26...	32. 12
10.	41. 6	Févr. 26...	32. 12 ½
14.	40. 14	Mars. 26...	32. 13
18.	40. 7	Avril. 26...	32. 8
26.	39. 15	Mai. 26...	32. 7
Juil. 4.	39. 8	Juin. 26...	32. 6
16.	38. 12	Juil. 26...	32. 4
26.	38. 6	Août. 26...	32. ¼
Août. 26.	37. 3	Sept. 26...	32. ½
Sept. 26.	36. 1	Octo. 26...	32. 1
Oct. 26, tems sec.	35. 5	Nov. 26...	32. 3
Nov. 3, sec. . . .	35. 4 ¼	Déc. 26...	32. 5 ½
17, pluie. . .	35. 4	1736. Fév. 26...	32. 1
Déc. 1[er], pluie. .	35. 4	Mai. 27...	32.
15, gelée. . .	35. 3 ¼	Août. 26...	31. 13
29, humide.	35. 3 ¼	1737. Févr. 26...	31. 10 ½
1734.		1738. Févr. 27...	31. 7
Janv. 12, variable.	35. 3 ¼	1739. Févr. 26...	31. 5 ¼
26, gelée. . .	35. 1 ½	1740. Févr. 25...	31. 5
Févr. 9, pluie. . .	35. 1 ¼	1741. Févr. 26...	31. 1 ½
23, vent. . .	35. ¾	1742. Févr. 26...	31. 1
Mars. 9, doux. . .	34. 15 ¾	1743. Févr. 26...	31. 1
23, pluie. .	34. 15 ¼	1744. Févr. 26...	31. 1 ¼

Cette table contient, comme l'on voit, la quantité et la proportion du dessèchement pendant dix années consécutives. Dès la septième année, le dessèchement étoit entier ; ce morceau de bois, qui pesoit d'abord 45 livres 10 onces, a perdu en se desséchant 14 livres 8 onces, c'est-à-dire, près d'un tiers de son poids. On peut remarquer qu'il a fallu sept ans pour son dessèchement entier ; mais qu'en onze jours il a été sec au quart, et qu'en deux mois il a été à moitié sec, puisqu'au 2 juin il avoit déjà perdu 3 livres 9 onces, et qu'au 26 juillet 1733, il avoit déjà perdu 7 livres 4 onces, et qu'enfin il étoit aux trois quarts sec au bout de dix mois. On doit observer aussi que, dès que ce morceau a été sec aux deux tiers ou environ, il repompoit autant et même plus d'humidité qu'il n'en exhaloit.

Expérience II.

Pour comparer le tems et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1734, j'ai fait scier dans le tronc du même arbre, qui m'avoit servi à l'expérience précédente, un bloc dont j'ai fait

fait tirer un morceau tout pareil au premier, et qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre étoit depuis un an, c'est-à-dire, depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air; on l'avoit laissé dans son écorce, et pour l'empêcher de pourrir, on avoit eu soin de retourner le tronc de tems en tems. Ce second morceau de bois a été pris tout auprès et au dessous du premier.

Table du dessèchement de ce morceau.

ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du Bois.	ANNÉES, MOIS ET JOURS.	POIDS du Bois.
1734.	liv. onc.		liv. onc.
Mai. 23, à 8 h du m.	42. 8	1735. Janv. 26.	35. 2 ¼
24, à 8 h du m.	42.	Févr. 26.	35. 1
24, à 8 h du s...	41. 12 ½	Mars. 26.	35. ¼
25, à 8 h du m.	41. 10 ½	Avril. 26.	34. 11
26, *idem*. . . .	41. 6	Mai. 26.	34. 5
27.	41. 3 ¼	Juin. 26.	34. 1
28.	40. 15 ¼	Juil. 26.	33. 11
29.	40. 13 ¼	Août. 26.	33. 2 ½
30.	40. 11	Sept. 26.	32. 14
Juin. 2.	40. 7	Oct. 26.	32. 14 ½
6.	40. 1 ¼	Nov. 26.	32. 15 ¼
10.	39. 10 ¼	Déc. 26.	33. ½
14.	39. 5 ¼	1736. Févr. 26.	32. 13
18.	39. 1 ¼	Mai. 26.	32. 6
26.	38. 12	Août. 26.	32. ½
Juil. 4.	37. 15 ¾	1737. Févr. 26.	32.
16.	37. 7	1738. *idem*. 26.	31. 13 ½
26.	37. 3 ¾	1739. *id*. . . 26.	31. 10 ¼
Août. 26.	36. 6 ¼	1740. *id*. . . 26.	31. 8
Sept. 26.	35. 10	1741. *id*. . . 26.	31. 6
Oct. 26.	35. 1 ¼	1742. *id*. . . 26.	31. 5
Nov. 26.	35. 3 ¼	1743. *id* . . 26.	31. 4 ⅛
Déc. 26.	35. 4 ½	1744. *id*. . . 26.	31. 4

En comparant cette table avec la première, on voit qu'en une année entière, le bois en grume ne s'est pas plus desséché que le bois travaillé s'est desséché en onze jours; on voit de plus qu'il a fallu huit ans pour l'entier dessèchement de ce morceau de bois qui avoit été conservé en grume et dans son écorce pendant un an; au lieu que le bois travaillé d'abord, s'est trouvé entièrement sec au bout de sept ans. Je suppose que ce morceau de bois pesoit autant et peut-être un peu plus que le premier, et cela lorsqu'il étoit en grume et que l'arbre venoit d'être abattu, le 23 mai 1733, c'est-à-dire, qu'il pesoit alors 45 livres 10 ou 12 onces. Cette supposition est fondée, parce qu'on a coupé et travaillé ce morceau de bois de la même façon et exactement sur les mêmes dimensions, et qu'au bout de dix années, et après son dessèchement entier, il s'est trouvé ne différer du premier que de 3 onces; ce qui est une bien petite différence, et que j'attribue à la solidité ou densité du premier morceau, parce que le second avoit été pris immédiatement au dessous du premier, du côté du pied de l'arbre : or, on sait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de densité.

A l'égard du dessèchement de ce morceau de bois, depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu sept ans pour le dessécher entièrement comme le premier morceau; qu'il a fallu vingt jours pour dessécher au quart ce second morceau, deux mois et demi environ pour le dessécher à moitié, et treize mois pour le dessécher aux trois quarts. Enfin on voit qu'il s'est réduit, comme le premier morceau, aux deux tiers environ de sa pesanteur.

Il faut remarquer que cet arbre étoit en sève, lorsqu'on le coupa le 23 mai 1733, et que par conséquent la quantité de la sève se trouve, par cette expérience, être un tiers de la pesanteur du bois, et qu'ainsi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties solides et ligneuses, et un tiers de parties liquides et peut-être moins, comme on le verra par la suite de ces expériences. Ce dessèchement et cette perte considérable de pesanteur n'a rien changé au volume; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimensions, et je n'y ai remarqué ni raccourcissement, ni rétrécissement : ainsi, la sève est logée dans les interstices des parties ligneuses, et ces interstices restent vuides, et les mêmes après l'éva-

poration des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point observé que ce bois, quoique coupé en pleine sève, ait été piqué de vers; il est très-sain, et les deux morceaux ne sont gercés ni l'un, ni l'autre.

Expérience III.

Pour reconnoître si le dessèchement se fait proportionnellement aux surfaces.

Le 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un menuisier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venoit d'être abattu, et tandis qu'on le façonnoit en forme de parallélipipède, un autre menuisier en façonnoit un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaisseur; sept de ces petites planches se trouvèrent peser autant que le premier morceau, et la superficie de ce morceau étoit à celle des planches, comme 10 est à 34 à très-peu près.

Table de la proportion du dessèchement.

Nota. Les pesanteurs ont été prises par le moyen d'une balance qui penchoit à un quart de grain.

MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.	MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des sept morceaux.
1734. Avril.	grains	grains	1734.	grains	grains
8, à 2 h. s.	2189	2189	Avril 26, sec. .	1532½	1479
8, à 10 h. s.	2130	1981	27, sec. .	1518½	1458
9, à 10 h. m.	2070	1851	28, sec. .	1509	1449½
			29, vent.	1504	1447½
10, même heure.	1973	1712	30, pluie.	1504	1461
11.	1887	1628	Mai. 1er, hum.	1507	1468
12.	1825	1589	5, pluie.	1512	1478
			9, beau.	1510½	1475
13, tems serein.	1778½	1565	13, hum.	1511	1476
14, sec. . . .	1741	1540½	21, beau.	1504½	1465
15, sec. . . .	1708	1525½			
16, sec. . . .	1684	1518	29, vent et pluie.	1503	1466
17, sec. . . .	1656½	1505½	Juin. 6, pluie.	1517	1489
18, sec. . . .	1630	1502	Juil. 6, beau.	1507	1479
19, couvert..	1608½	1497½	Août 6, sec. .	1500	1468
20, humide..	1590	1493	10, sec. .	1489	1641
21.	1576	1486	12, sec. .	1479	1450
22, var.. . .	1564	1481	14, sec. .	1470	1448
23, chaud. .	1556	1485	15, sec. .	1461	1460½
24.	1550½	1486	16, pluie.	1464	1468
25, sec. . . .	1543	1482	17, beau.	1463	1450

Avant que d'examiner ce qui résulte de cette expérience, il faut observer qu'il falloit 492 des grains dont je me suis servi pour faire une once, et que le pied cube de ce bois, qui étoit de l'aubier, pesoit à très-peu près 66 livres ; que le morceau dont je me

suis servi, contenoit à peu près 7 pouces cubiques, et chaque petit morceau un pouce, et que les surfaces étoient comme 10 est à 34. En consultant la table, on voit que le dessèchement dans les huit premières heures est, pour le morceau seul, de 59 grains; et pour les sept morceaux, de 208 grains; ainsi, la proportion du dessèchement est plus grande que celle des surfaces, car le morceau perdant 59, les sept morceaux n'auroient dû perdre que 200 $\frac{5}{5}$. Ensuite on voit que, depuis dix heures du soir jusqu'à sept heures du matin, le morceau seul a perdu 60 grains, et que les sept morceaux en ont perdu 130; et que par conséquent le dessèchement, qui d'abord étoit trop grand, proportionnellement aux surfaces, est maintenant trop petit, parce qu'il auroit fallu, pour que la proportion fût juste, que le morceau seul perdant 60, les sept morceaux eussent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme suivant, c'est-à-dire, le quatrième de la table, on voit que cette proportion diminue très-considérablement, en sorte que les sept morceaux ne perdent que très-peu en comparaison de leur surface; et dès le cinquième terme, il

se trouve que le morceau seul perd plus que les sept morceaux, puisque son dessèchement est de 93 grains, et que celui des sept morceaux n'est que de 84 grains. Ainsi, le dessèchement se fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des surfaces, ensuite dans une proportion plus petite, et enfin il devient plus grand, où la surface est la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour dessécher les sept morceaux au point que le morceau seul perdoit plus ensuite que les sept morceaux.

On voit aussi qu'il n'a fallu que 21 jours aux sept morceaux pour se dessécher entièrement, puisqu'au 29 avril ils ne pesoient plus que 1,447 grains $\frac{1}{2}$, ce qui est le plus grand dégré de légèreté qu'ils aient acquis, et qu'en moins de 24 heures, ils étoient à moitié secs ; au lieu que le morceau seul ne s'est entièrement desséché qu'en quatre mois et sept jours, puisque c'est au 15 d'août que se trouve sa plus grande légèreté, son poids n'étant alors que de 1,461 grains, et qu'en trois fois 24 heures il étoit à moitié sec. On voit aussi que les sept morceaux ont perdu, par le dessèchement, plus du tiers de leur pesanteur, et le morceau seul à très-peu près le tiers.

EXPÉRIENCE IV.

Sur le même sujet que la précédente.

Le 9 avril 1734, j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avoit été coupé et abattu trois jours auparavant, un morceau de bois en forme de cylindre, dont j'avois déterminé la grosseur en mettant la pointe du compas dans le centre des couches annuelles, afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre qui avoit plus de 60 ans. J'ai fait scier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux, et j'ai fait scier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superficie des trois morceaux cylindriques étoit à la superficie du cylindre, dont ils n'avoient que le tiers de la hauteur, comme 43 est à 27, et le poids étoit égal; en sorte que le cylindre seul pesoit, aussi bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{15}{16}$, et ils auroient pesé environ une livre 14 onces, si on les eût travaillés le jour même que l'arbre avoit été abattu.

Table du dessechement de ces morceaux de bois.

MOIS ET JOURS.	Poids du seul morceau.	Poids des trois morceaux.	Mois et Jours.	Poids du seul morceau.	Poids des trois morceaux.
1734.	onces.	onces.	1734.	onces.	onces.
Avril. 9 à 6h. du m.	$28\frac{13}{16}$.	$28\frac{13}{16}$.	Avril. 30.	$23\frac{17}{32}$.	$21\frac{21}{32}$.
10 à 6h. du m.	$28\frac{10}{16}$.	$28\frac{6}{16}$.	Mai.. 1.er	$23\frac{15}{32}$.	$21\frac{21}{32}$.
11 même heure	$28\frac{4}{16}$.	$27\frac{13}{16}$.	2.	$23\frac{14}{32}$.	$21\frac{25}{32}$.
12........	$27\frac{15}{16}$.	$27\frac{6}{16}$.	3.	$23\frac{11}{32}$.	$21\frac{19}{32}$.
13........	$27\frac{10}{16}$.	$26\frac{15}{16}$.	5.	$23\frac{8}{32}$.	$21\frac{17}{32}$.
14........	$27\frac{4}{16}$.	$26\frac{7}{16}$.	9.	$22\frac{28}{32}$.	$21\frac{7}{32}$.
15........	$26\frac{31}{32}$.	$26\frac{1}{32}$.	13.	$22\frac{21}{32}$.	$21\frac{1}{32}$.
16........	$26\frac{22}{32}$.	$25\frac{20}{32}$.	17.	$22\frac{16}{32}$.	$20\frac{21}{32}$.
17........	$26\frac{10}{32}$.	$25\frac{6}{32}$.	21.	$22\frac{2}{32}$.	$20\frac{19}{32}$.
18........	26	$24\frac{24}{32}$.	25.	$21\frac{29}{32}$.	$20\frac{16}{32}$.
19........	$25\frac{24}{32}$.	$24\frac{14}{32}$.	29.	$21\frac{23}{32}$.	$20\frac{15}{32}$.
20........	$25\frac{17}{32}$.	$24\frac{4}{32}$.	Juin. 2.	$21\frac{18}{32}$.	$20\frac{11}{32}$.
21........	$25\frac{6}{32}$.	$23\frac{21}{32}$.	6.	$21\frac{18}{32}$.	$20\frac{14}{32}$.
22........	$24\frac{29}{32}$.	$23\frac{18}{32}$.	14.	$21\frac{13}{32}$.	$20\frac{15}{32}$.
23........	$24\frac{25}{32}$.	$23\frac{8}{32}$.	26.	$21\frac{7}{32}$.	$20\frac{14}{32}$.
24........	$24\frac{19}{32}$.	$23\frac{6}{32}$.	Juil. 26.	$21\frac{26}{32}$.	$20\frac{10}{32}$.
25........	$24\frac{14}{32}$.	$22\frac{31}{32}$.	Août. 26.	$20\frac{25}{32}$.	$20\frac{9}{32}$.
26........	$24\frac{7}{32}$.	$22\frac{23}{32}$.	Sept. 26.	$20\frac{22}{32}$.	$20\frac{8}{32}$.
27........	24.	$22\frac{14}{32}$.	Oct.. 26.	$20\frac{28}{32}$.	$20\frac{19}{32}$.
28........	$23\frac{25}{32}$.	$22\frac{6}{32}$.	Nov. 26.	$21\frac{3}{32}$.	$20\frac{30}{32}$.
29........	$23\frac{22}{32}$.	$22\frac{1}{32}$.	Dec. 26.	$21\frac{2}{32}$.	$20\frac{30}{32}$.

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se dessèche pas tout à fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 onces, au lieu de 28 $\frac{15}{16}$, et cela à cause du dessèchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés, jusqu'au 9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre et travaillés. Mais, en partant de 28 onces $\frac{15}{16}$, ce qui étoit leur poids réel, on voit que la proportion du dessèchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, car le morceau seul ne perd le premier jour que $\frac{3}{16}$ d'once, et les trois morceaux perdent $\frac{7}{16}$, au lieu qu'ils n'auroient dû perdre que $\frac{4}{16} + \frac{7}{9} \times 16$. En prenant le dessèchement du second jour, on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{16}$; et les trois morceaux $\frac{9}{15}$, et que par conséquent il est, à très-peu près, dans la même proportion avec les surfaces, qu'il étoit le jour précédent, et la différence est en diminution; mais, dès le troisième jour, le dessèchement est en moindre proportion que celle des surfaces, car les surfaces étant 27 et 43, les dessèchemens seroient comme 5 et 7 $\frac{26}{27}$, s'ils étoient en

même proportion ; au lieu que les dessèchemens sont comme 5 et 7, ou $\frac{5}{16}$ et $\frac{7}{16}$. Ainsi, dès le troisième jour, le dessèchement qui, d'abord s'étoit fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plns petit, et au douzième jour le dessèchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul ; et ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul : ainsi, le dessèchement se fait comme dans l'expérience précédente ; d'abord dans une plus grande raison qne celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion ; et enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande ; l'expérience suivante confirmera encore cette espèce de règle sur le dessèchement du bois.

EXPÉRIENCE V.

J'ai pris dans le même arbre qui m'avoit servi à l'expérience précédente, deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de 4 pouces 2 lignes de diamètre, et d'un pouce 4 lignes d'épaisseur : j'ai divisé l'un de ces morceaux en huit parties, par huit rayons tirés du centre, et j'ai fait fendre ce morceau en huit, selon la direction

de ces rayons; suivant ces mesures, la superficie des huit morceaux est à très-peu près double de celle d'un seul morceau, et ce morceau seul, aussi bien que les huit morceaux, pesoient chacun 11 onces $\frac{11}{16}$, ce qui revient à très-peu près à 70 livres le pied cube : voici la table de leur dessèchement. On doit observer, comme dans l'expérience précédente, qu'il y avoit trois jours que l'arbre dont j'ai tiré ces morceaux de bois étoit abattu, et que par conséquent la quantité totale du dessèchement doit être augmentée de quelque chose.

Table du dessechement d'un morceau de bois, et de huit morceaux, desquels la superficie étoit double de celle du premier morceau, le poids étant le même.

MOIS ET JOURS.	Poids du seul morceau.	Poids des huit morceaux	MOIS ET JOURS.	Poids du seul morceau.	Poids des huit morceaux
1734.	onces	onces	1734.	onces	onces
Avril. 9 à 8h. du s.	$11\frac{11}{16}$	$11\frac{11}{16}$	Avril. 29	$8\frac{29}{32}$	$8\frac{7}{32}$
10 à 6h. du m.	$11\frac{19}{32}$	$11\frac{14}{32}$	30	$8\frac{27}{32}$	$8\frac{7}{32}$
11 même heure	$11\frac{11}{32}$	11.	Mai. 1er	$8\frac{26}{32}$	$8\frac{7}{32}$
12.........	$11\frac{4}{32}$	$10\frac{25}{32}$	2	$8\frac{25}{32}$	$8\frac{7}{32}$
13.........	$10\frac{30}{32}$	$10\frac{14}{32}$	3	$8\frac{24}{32}$	$8\frac{7}{32}$
14.........	$10\frac{25}{32}$	$10\frac{5}{32}$	5	$8\frac{21}{32}$	$8\frac{7}{62}$
15.........	$10\frac{19}{32}$	$9\frac{28}{32}$	9	$8\frac{19}{32}$	$8\frac{7}{32}$
16.........	$10\frac{13}{32}$	$9\frac{19}{32}$	13	$8\frac{10}{32}$	$8\frac{7}{32}$
17.........	$10\frac{7}{32}$	$9\frac{11}{32}$	17	$8\frac{13}{32}$	$8\frac{6}{32}$
18.........	$10\frac{1}{32}$	$9\frac{7}{32}$	21	$8\frac{9}{32}$	$8\frac{5}{32}$
19.........	$9\frac{29}{32}$	$9\frac{1}{32}$	25	$8\frac{7}{32}$	$8\frac{4}{32}$
20.........	$9\frac{24}{32}$	$8\frac{29}{32}$	29	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{6}{32}$
21.........	$9\frac{20}{32}$	$8\frac{29}{32}$	Juin. 6	$8\frac{6}{32}$	$8\frac{7}{32}$
22.........	$9\frac{16}{32}$	$8\frac{23}{32}$	26	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{7}{32}$
23.........	$9\frac{13}{32}$	$8\frac{21}{32}$	Juill. 26	$8\frac{4}{32}$	$8\frac{5}{32}$
24.........	$9\frac{10}{32}$	$8\frac{19}{32}$	Août. 26	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{5}{32}$
25.........	$9\frac{7}{32}$	$8\frac{17}{32}$	Sept. 26	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{5}{32}$
26.........	$9\frac{5}{32}$	$8\frac{14}{32}$	Oct. 26	$8\frac{5}{32}$	$8\frac{9}{32}$
27.........	$9\frac{1}{32}$	$8\frac{12}{32}$	Nov. 26	$8\frac{7}{32}$	$8\frac{13}{32}$
28.........	$8\frac{30}{32}$	$8\frac{9}{32}$	Déc. 26	$8\frac{7}{32}$	$8\frac{13}{32}$

On voit par cette table, que sur 6 onces $\frac{1}{4}$, la quantité totale du dessèchement du morceau de cœur de chêne est 1 once $\frac{25}{32}$, et que la quantité totale du dessèchement du morceau d'aubier est de 2 onces $\frac{5}{32}$; de sorte que ces quantités sont entr'elles, comme 57 est à 69, et comme 15 $\frac{1}{4}$ est à 16 $\frac{1}{4}$; ce qui n'est pas fort différent de la proportion de densité du cœur et de l'aubier qui est de 15 à 14. Cela prouve que le bois le plus dense, est aussi celui qui se dessèche le moins. J'ai d'autres expériences qui confirment ce fait ; un morceau cylindrique d'alisier, qui pesoit 15 onces $\frac{1}{2}$ le 1er avril 1734, ne pesoit plus que 10 onces $\frac{1}{4}$ le 26 septembre suivant, et par conséquent, ce morceau avoit perdu plus d'un tiers de son poids. Un morceau cylindrique de bouleau, qui pesoit 7 onces $\frac{1}{2}$ même jour, 1er avril, ne pesoit plus que 4 onces $\frac{4}{5}$ le 26 septembre suivant. Ces bois sont plus légers que le chêne, et perdent aussi un peu plus par le dessèchement ; mais la différence n'est pas grande, et on peut prendre pour règle générale de la quantité du dessèchement dans les bois de toute espèce, la diminution d'un tiers de leur pesanteur, en comptant du jour que le bois a été abattu.

On

On voit encore, par l'expérience précédente, que l'aubier se dessèche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de chêne; car l'aubier étoit déjà à la moitié de son dessèchement au bout de sept jours, et il a fallu 24 jours au morceau de cœur pour se dessécher à moitié; et par une Table que je ne donne pas ici, pour ne pas trop grossir ce Mémoire, je vois que l'alisier avoit en huit jours acquis la moitié de son dessèchement, et le bouleau en sept jours; d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le dessèchement dans les différentes espèces de bois, est à peu-près proportionnelle à leur densité; mais que le tems nécessaire pour que les bois acquièrent un certain dégré de dessèchement, par exemple, celui qui est nécessaire pour qu'on les puisse travailler aisément; que ce tems, dis-je, est bien plus long pour les bois pesans que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à peu-près également un tiers et plus de leur pesanteur.

EXPÉRIENCE VII.

Le 26 février 1744, j'ai fait exposer au soleil les deux morceaux de bois qui m'ont

servi au deux premières expériences, et que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'est-à-dire, celui qui a servi à la première expérience sur le dessèchement, pesoit, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros; et l'autre, c'est-à-dire, celui qui avoit servi à la seconde expérience, pesoit le même jour 26 février 1744, 31 livres 4 onces; ils avoient d'abord été desséchés à l'air pendant dix ans; ensuite ayant été exposés au soleil depuis le 26 février jusqu'au 8 mars, et toujours garantis de la pluie, ils se séchèrent encore, et ne pesoient plus, le premier, que 30 livres 5 onces 4 gros, et le second, 30 livres 6 onces deux gros; pour les dessécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 dégrés au-dessus de la congélation; il étoit neuf heures quarante minutes du matin; on les a tirés du four, deux heures après, c'est-à-dire à onze heures quarante minutes; on les a mesurés exactement; leurs dimensions n'avoient pas changé sensiblement. J'ai seulement remarqué qu'il s'étoit fait des gerçures, sur les quatre faces les plus longues, qui les rendoient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges; mais la hautenr étoit absolument la même. On les

a pesés en sortant du four ; le morceau de la première expérience ne pesoït plus que 29 livres 6 onces 7 gros , et celui de la seconde, 29 livres 6 onces ; dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaisseau rempli d'eau, et on a chargé chaque morceau d'une pierre, pour les assujettir au fond du vaisseau.

Table de l'imbibition de ces deux morceaux de bois, qui étoient entièrement desséchés lorsqu'on les a plongés dans l'eau.

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1744. Mars. 8..	....	1[er]	30.	5..	4
		2[d]	30.	6..	2
9..	Mis au four * à 9 h. 40 m. et tirés à 11 h. 40 m. ils pesoient.	1.	29.	6..	7
		2.	29.	6..	7
9..	Jetés dans l'eau à 11 h. 40 m. et tirés à midi 40 m.	1.	32.	»..	2
		2.	32.	12..	»
9..	1 heure..	1.	32.	8..	6
		2.	33.	4..	6
9..	1 heure..	1.	32.	13..	6
		2.	33.	9..	1
9..	1 heure..	1.	33.	1..	3
		2.	33.	13..	1
9..	1 heure..	1.	33.	3..	4
		2.	34.	»..	»
9..	1 heure..	1.	33.	6..	»
		2.	34.	1..	7
9..	1 h. 15'..	1.	33.	8..	»
		2.	34.	4..	2
9..	1 h. 45'..	1.	33.	9..	1
		2.	34.	5..	2
9..	1 h. 55'..	1.	33.	16..	4
		2.	34.	6..	6
9..	1 h. 55'..	1.	33.	11..	4
		2.	34.	7..	2

* Le thermomètre à monté à 47 dégrés; il étoit au dégré de la congélation.

MOIS ET JOURS.	TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois. liv. onc. gros.
1744. Mars. 9..	1 heure... ils pesoient.	1er 32. 13.. 2 2d 34. 8.. 7
9..	1 heure..	1. 33. 13.. 6 2. 34. 10.. 2
10..	11 heures..	1. 34. 6.. 6 2. 35. 2.. 6
10..	12 heures..	1. 34. 11.. 2 2. 35. 7.. 5
11..	12 heures..	1. 35. ».. » 2. 35. 12.. 1
11..	12 heures..	1. 35. 3.. 1 2. 35. 14.. 1
12..	12 heures..	1. 35. 6.. 5 2. 36. 2.. 6
12..	12 heures..	1. 35. 9.. 3 2. 36. 5.. 3
13..	12 heures..	1. 35. 11.. 6 2. 36. 7.. 6
13..	12 heures..	1. 35. 14.. 2 2. 36. 10.. 1
14..	12 heures..	1. 36. 1.. 2 2. 36. 13.. 1
14..	12 heures..	1. 36. 3.. 1 2. 36. 15.. »
15..	12 heures..	1. 36. 4.. 6 2. 37. ».. 7
15..	12 heures..	1. 36. 6.. 2 2. 37. 2.. 2
16..	12 heures..	1. 36. 8.. 1 2. 37. 3.. 4
16..	12 heures..	1. 36. 9.. » 2. 37. 5.. 3
17..	12 heures..	1. 36. 10.. 2 2. 37. 6.. »

MOIS ET JOURS.		Tems pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
				liv.	onc.	gros
1744. Mars.	17..	12 heures..	1er	36.	11.	2
			2d	37.	7.	3
	18..	12 heures..	1.	36.	12.	6
			2.	37.	8.	4
	18..	12 heures..	1.	36.	13.	2
			2.	37.	9.	4
	19..	12 heures..	1.	36.	14.	7
			2.	37.	10.	7
	19..	12 heures..	1.	37.	».	2
			2.	37.	12.	2
	20..	12 heures..	1.	37.	1.	1
			2.	37.	13.	6
	20..	12 heures..	1.	37.	2.	»
			2.	37.	14.	3
	21..	12 heures..	1.	37.	3.	7
			2.	37.	15.	2
	21..	12 heures..	1.	37.	3.	6
			2.	38.	».	7
	22..	12 heures..	1.	37.	4.	5
			2.	38.	1.	4
	22..	12 heures..	1.	37.	5.	2
			2.	38.	2.	4
	23..	24 heures..	1.	37.	6.	4
			2.	38.	3.	2
	24..	24 heures..	1.	37.	7.	7
			2.	38.	5.	»
	25..	24 heures..	1.	37.	9.	2
			2.	38.	6.	6
	26..	24 heures..	1.	37.	10.	3
			2.	38.	7.	5
	27..	24 heures..	1.	37.	11.	3
			2.	38.	8.	7
	28..	24 heures..	1.	37.	12.	2
			2.	38.	10.	»

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1744. Mars... 29.......	24 heures..	1er	37.	13.	1
		2d	38.	10.	3
30......	24 heures..	1.	37.	13.	6
		2.	38.	11.	3
31.......	24 heures..	1.	37.	14.	3
		2.	38.	11.	5
Avril.... 1er.....	24 heures..	1.	37.	14.	7
		2.	38.	12.	4
2......	24 heures..	1.	38.	».	1
		2.	38.	13.	1
3.......	24 heures..	1.	38.	».	6
		2.	38.	14.	»
4.......	24 heures..	1.	38.	1.	2
		2.	38.	14.	2
5.......	24 heures..	1.	38.	1.	7
		2.	38.	15.	1
6, pluie.	24 heures..	1.	38.	3.	»
		2.	39.	».	7
7, pluie.	24 heures..	1.	38.	3.	3
		2.	39.	1.	»
8, pluie.	24 heures..	1.	38.	3.	6
		2.	39.	1.	2
9, pluie.	24 heures..	1.	38.	4.	6
		2.	39.	1.	5
10, pluie.	24 heures..	1.	38.	5.	1
		2.	39.	2.	1
11, pluie.	24 heures..	1.	38.	6.	7
		2.	39.	3.	4
12, froid.	24 heures..	1.	38.	7.	5
		2.	39.	5.	»
13, sec..	24 heures..	1.	38.	8.	7
		2.	39.	6.	4
14, froid.	24 heures..	1.	38.	9.	6
		2.	39.	6.	6

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
1744.			liv.	onc.	gros.
Avril... 15, pluie.	24 heures..	1[er]	38.	10.	2
		2[d]	39.	7.	4
16, vent.	24 heures..	1.	38.	10.	7
		2.	39.	7.	7
17, pluie.	24 heures..	1.	38.	11.	4
		2.	39.	8.	2
18, beau.	24 heures..	1.	38.	12.	1
		2.	39.	9.	»
19, pluie.	24 heures..	1.	38.	13.	1
		2.	39.	9.	4
20, pluie.	24 heures..	1.	38.	13.	2
		2.	39.	10.	7
21, beau.	24 heures..	1.	38.	14.	»
		2.	39.	11.	»
22, beau.	24 heures..	1.	38.	14.	6
		2.	39.	11.	6
23, vent.	24 heures..	1.	38.	15.	6
		2.	39.	12.	5
24, pluie.	24 heures..	1.	39.	».	3
		2.	39.	13.	5
25, pluie.	24 heures..	1.	39.	1.	5
		2.	39.	13.	7
26, sec..	24 heures..	1.	39.	1.	6
		2.	39.	14.	2
27, vent.	24 heures..	1.	39.	3.	»
		2.	39.	15.	4
28, pluie.	24 heures..	1.	39.	4.	1
		2.	40.	1.	»
29, beau.	24 heures..	1.	39.	4.	3
		2.	40.	1.	»
30, sec..	24 heures..	1.	39.	5.	1
		2.	40.	1.	7
Mai.... 1[er], beau.	24 heures..	1.	39.	6.	»
		2.	40.	2.	7

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à leau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1744. Mai....2, chaud.	24 heures..	1er	39.	6.	4
		2d	40.	4.	3
3, beau..	24 heures..	1,	39.	6.	7
		2.	40.	3.	7
4, beau..	24 heure..	1.	39.	7.	»
		2.	40.	4.	7
5, beau..	24 heures..	1.	39.	7.	5
		2.	40.	4.	4
6, vent..	24 heures..	1.	39.	7.	4
		2.	40.	4.	1
7, pluie.	24 heures..	1.	39.	7.	5
		2.	40.	5.	3
8, pluie.	24 heures..	1.	39.	8.	5
		2.	40.	5.	3
9, beau..	24 heures..	1.	39.	9.	2
		2.	40.	6.	»
11, vent..	2 jours...	1.	39.	9.	1
		2.	40.	5.	3
13, vent..	2 jours...	1.	39.	9.	3
		2.	40.	5.	6
15, vent..	2 jours...	1.	39.	9.	7
		2.	40.	5.	7
17, pluie.	2 jours...	1.	39.	10.	5
		2.	40.	6.	3
19, pluie.	2 jours...	1.	39.	11.	5
		2.	40.	7.	2
21, tonn..	2 jours...	1.	39.	12.	5
		2.	40.	8.	3
23, beau..	2 jours...	1.	39.	13.	3
		2.	40.	9.	»
25, pluie.	2 jours...	1.	39.	14.	4
		2.	40.	10.	»
27, beau.	2 jours...	1.	40.	1.	1
		2.	40.	12.	3

MOIS ET JOURS.		TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.	liv.	onc.	gros
1774. Mai...	29, beau..	2 jours...	1er	40.	2.	»
			2d	40.	12.	4
	31, beau..	2 jours...	1.	40.	1.	2
			2.	40.	12.	5
Juin...	2, sec...	2 jours...	1.	40.	2.	4
			2.	40.	13.	2
	4, pluie..	2 jours...	1.	40.	4.	1
			2.	40.	14.	1
	6, sec...	2 jours...	1.	40.	5.	«
			2.	40.	14.	7
	8, sec...	2 jours...	1.	45.	5.	«
			2.	40.	14.	5
	10, sec...	2 jours...	1.	40.	5.	6
			2.	40.	«.	«
	12.......	2 jours...	1.	40.	6.	5
			2.	41.	«.	4
	14, chaud.	2 jours...	1.	40.	7.	2
			2.	41.	1.	«
	16, pluie.	2 jours...	1.	40.	8.	3
			2.	41.	1.	5
	18, couv..	2 jours...	1.	40.	10.	1
			2.	41.	2.	7
	20, pluie.	2 jours...	1.	40.	10.	4
			2.	41.	3.	5
	22, couv..	2 jours...	1.	40.	11.	5
			2.	41.	5.	3
	24, chaud.	2 jours...	1.	40.	11.	7
			2.	41.	5.	«
	26, sec...	2 jours...	1.	40.	13.	«
			2.	41.	6.	2
	28, sec...	2 jours...	1.	40.	13.	3
			2.	41.	6.	5
	30, sec...	2 jours...	1.	40.	14.	6
			2.	41.	6.	7

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onces,	gros.
1744. Juillet.. 2, chaud.	2 jours...	1er	40.	14.	1
		2d	41.	7.	«
4, pluie.	2 jours...	1.	40.	15.	3
		2.	41.	8.	5
6, pluie.	2 jours...	1.	41.	«.	4
		2.	41.	8.	7
8, vent.	2 jours...	1.	41.	1.	«
		2.	41.	10.	«

Le 10, on a été obligé de les changer de cuvier, deux cercles s'étant brisés.

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
12, pluie..	4 jours...	1.	41.	2.	6
		2.	41.	10.	6
16, pluie..	4 jours...	1.	41.	4.	1
		2.	41.	12.	«
20, pluie..	4 jours...	1.	41.	5.	«
		2.	41.	13.	«
24, couv..	4 jours...	1.	41.	6.	6
		2.	41.	4.	5
28, beau..	4 jours...	1.	41.	8.	4
		2.	42.	«.	«
Août.. 1er, vent..	4 jours...	1.	41.	9.	4
		2.	42.	1.	«
5, couv..	4 jours...	1.	41.	10.	«
		2.	42.	2.	3
9, chal...	4 jours...	1.	41.	11.	4
		2.	42.	3.	2
13, pluie..	4 jours...	1.	41.	12.	1
		2.	42.	3.	7
17, vent..	4 jours...	1.	41.	12.	7
		2.	42.	5.	3
21, pluie..	4 jours...	1.	41.	13.	5
		2.	42.	5.	4
25, var...	4 jours...	1.	41.	14.	7
		2.	42.	6.	7

MOIS ET JOURS.	TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros
1744.					
Août... 29, beau.	4 jours...	1er	42.	»	4
		2d	42.	7.	2
Septemb. 2, beau.	4 jours...	1.	42.	1.	»
		2.	42.	8.	»
6, beau.	4 jours...	1.	42.	2.	4
		2.	42.	9.	2
10, var. .	4 jours...	1.	42.	3.	5
		2.	42.	10.	5
14, beau.	4 jours...	1.	42.	5.	3
		2.	42.	11.	4
18, chaud	4 jours...	1.	42.	5.	4
		2.	42.	12.	»
22, beau.	4 jours...	1.	42.	4.	7
		2.	42.	11.	6
26, chaud	4 jours...	1.	42.	5.	4
		2.	42.	12.	2
30, beau.	4 jours...	1.	42.	6.	7
		2.	42.	13.	1
Octobre. 4, vent.	4 jours...	1.	42.	7.	4
		2.	42.	14.	2
8, pluie.	4 jours...	1.	42.	7.	5
		2.	42.	14.	2
12, pluie.	4 jours...	1.	42.	9.	«
		2.	43.	15.	«
16, pluie.	4 jours...	1.	42.	9.	6
		2.	43.	«	3
20, pluie.	4 jours...	1.	42.	10.	2
		2.	43.	1.	3
24, pluie.	4 jours...	1.	42.	12.	»
		2.	43.	2.	4
28, gelée.	4 jours...	1.	42.	12.	2
		2.	43.	3.	»
Novemb. 1er, beau.	4 jours...	1.	42.	12.	6
		2.	43.	3.	2

MOIS ET JOURS.	TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1744.					
Novem. 5, pluie.	4 jours...	1er	42.	13.	2
		2d	43.	4.	»
9, beau.	4 jours...	1.	42.	14.	»
		2.	43.	4.	6
13, beau.	4 jours...	1.	42.	14.	4
		2.	43.	5.	2
17, pluie.	4 jours...	1.	42.	15.	2
		2.	43.	5.	6
21, var..	4 jours...	1.	43.	»	2
		2.	43.	6.	2
25, beau.	4 jours...	1.	43.	1.	»
		2.	43.	7.	»
29, neige et gelée.	4 jours...	1.	43.	2.	»
		2.	43.	8.	»
Décemb. 3, dégel.	4 jours...	1.	43.	2.	2
		2.	43.	8.	2
7, varia.	4 jours...	1.	43.	2.	6
		2.	43.	8.	4
11, gelée.	4 jours...	1.	43.	3.	»
		2.	43.	9.	»
15, pluie, neige.	4 jours...	1.	43.	2.	6
		2.	43.	9.	6
19, pluie, brouil.	4 jours...	1.	43.	3.	4
		2.	43.	9.	4
23, pluie, neige.	8 jours...	1.	43.	3.	5
		2.	43.	10.	»
31, neige, dégel.	8 jours...	1.	43.	5.	»
		2.	43.	10.	6
1745.					
Janvier. 8, brouil. et pluie.	8 jours...	1.	43.	5.	4
		2.	43.	11.	2
16, gelée.	4 jours...	1.	43.	7.	4
		2.	43.	13.	6

MOIS ET JOURS.		TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
				liv.	onc.	gros.
1745. Janv.	24, gelée, dégel *.	8 jours...	1er	43.	7..	3
			2d	43.	14..	»
Févr.	1er, neige.	8 jours...	1.	43.	7..	7
			2.	43.	15..	4
	9, pluie..	8 jours...	1.	43.	8..	3
			2.	43.	15..	3
	17, pluie, vent, gelée.	8 jours...	1.	43.	8..	3
			2.	44.	»..	»
	27, beau..	8 jours...	1.	43.	9..	6
			2.	44.	1..	»
Mars.	5, beau **, gelée.	8 jours...	1.	43.	11..	4
			2.	44.	4..	»
	13, gelée..	8 jours...	1.	44.	12..	2
			2.	44.	5..	»
	21, vent..	8 jours...	1.	43.	11..	»
			2.	44.	3..	1
	29, beau..	8 jours...	1.	43.	11..	»
			2.	44.	3..	2
Avril.	6, sec....	8 jours...	1.	43.	11..	2
			2.	44.	3..	4
	14, sec....	8 jours...	1.	43.	13..	4
			2.	44.	5..	»
	22, pluie..	8 jours...	1.	43.	13..	»
			2.	44.	6..	»
	30, beau..	8 jours...	1.	43.	13..	2
			2.	44.	5..	3

* Le baquet étoit entièrement gelé; il n'y avoit qu'une pinte d'eau qui ne fût point glacée. On avoit changé les bois deux jours auparavant pour relier le baquet.

** Les bois étoient si fort serrés par la glace, qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine, auprès de la cheminée, et ils ont été pesés douze heures après l'eau chaude mise dans ce cuvier.

MOIS ET JOURS.		TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
				liv.	onc.	gros.
1745. Mai..	8, pluie *.	8 jours...	1er	43.	14..	3
			2d	44.	7..	2
	16, beau, pluie.	8 jours...	1.	43.	15..	»
			2.	44.	7..	»
	24, chaud, pluie.	8 jours...	1.	44.	1..	»
			2.	44.	8..	1
Juin.	1er, froid. giboul.	8 jours...	1.	44.	2..	3
			2.	44.	8..	7
	9, frais, chaud.	8 jours...	1.	44.	3..	»
			2.	44.	9..	4
	17, frais, vent.	8 jours...	1.	44.	2..	»
			2.	44.	9..	7
	25, pluie, vent.	8 jours...	1.	44.	3..	4
			2.	44.	11..	1
Juil..	3, pluie, chaud.	8 jours...	1.	44.	3..	4
			2.	44.	11..	1
	11, variable.	8 jours...	1.	44.	4..	6
			2.	44.	11..	2
	19, pluie, chaud.	8 jours...	1.	44.	5..	5
			2.	44.	13..	»
	27, beau..	8 jours...	1.	44.	6..	6
			2.	44.	12..	»
Août.	4, pluie..	8 jours...	1.	44.	7..	4
			2.	44.	13..	4
	12, pluie..	8 jours...	1.	44.	8..	3
			2.	44.	14..	2
	20, pluie..	8 jours...	1.	44.	9..	»
			2.	44.	15..	1

* Il est visible ici que c'est la vicissitude du tems qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours ; les bois ont considérablement augmenté cette fois, parce que les deux jours, qui ont précédé celui qu'on les a pesés, il a fait une pluie continuelle par un vent du couchant, et le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, et ensuite un tems couvert et humide.

MOIS ET JOURS.	TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1745.					
Août...28, pluie. beau.	8 jours..	1er	44.	10.	1
		2.	45.	1.	»
Sept.... 5, beau.	16 jours..	1.	44.	10.	4
		2.	45.	2.	4
21, beau.	16 jours..	1.	44.	11.	6
		2.	45.	4.	1
Octobre. 7, sec..	16 jours..	1.	44.	13.	1
		2.	45.	5.	7
23, beau.	16 jours..	1.	44.	15.	6
		2.	45.	6.	1
Nov.... 8, var..	16 jours..	1.	45.	1.	4
		2.	45.	8.	2
24, hum.	16 jours..	1.	45.	4.	»
		2.	45.	9.	»
Déc....10, gelée.	16 jours..	1.	45.	4.	6
		2.	45.	10.	1
26, hum.	16 jours..	1.	45.	5.	»
		2.	45.	10.	4
1746.					
Janvier.. 11, var..	16 jours..	1.	45.	4.	4
		2.	45.	9.	»
27, gelée. pluie.	16 jours..	1.	45.	6.	8
		2.	45.	12.	»
Février. 12, pluie. neige.	16 jours..	1.	45.	6.	4
		2.	45.	12.	»
28, dégel.	16 jours..	1.	45.	8.	»
		2.	45.	12.	4
Mars...16, gelée. dégel.	16 jours..	1.	45.	9.	»
		2.	45.	13.	»
Avril...1er, vent. neige.	16 jours..	1.	45.	9.	»
		2.	45.	13.	»
17, sec...	16 jours..	1.	45.	9.	»
		2.	45.	14.	»

MOIS ET JOURS.	TEMS Pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1746.					
Mai..... 3, var..	16 jours..	1er	45.	10.	»
		2.	45.	13.	»
19, sec et chaud.	16 jours..	1.	45.	10.	»
		2.	46.	»	»
Juin..... 4, pluie.	16 jours..	1.	45.	9.	4
		2.	45.	14.	2
20, var. .	16 jours..	1.	45.	10.	6
		2.	46.	»	»
Juillet... 6, var.. chaud.	16 jours..	1.	45.	10.	5
		2.	46.	»	1
22, sec....	16 jours..	1.	45.	10.	5
		2.	46.	»	»
Août.... 7, hum.	16 jours..	1.	45.	12.	»
		2.	46.	»	7
23, chaud.	16 jours..	1.	45.	15.	3
		2.	46.	2.	5
Septemb. 8, pluie.	16 jours..	1.	45.	15.	6
		2.	46.	3.	»
24, sec..	16 jours..	1.	46.	»	6
		2.	46.	3.	6
Octobre. 10, hum.	16 jours..	1.	46.	1.	3
		2.	46.	4.	3
26, beau.	16 jours..	1.	46.	1.	»
		2.	46.	5.	»
Novemb. 11, var...	16 jours..	1.	46.	2.	»
		2.	46.	6.	»
27, frim.	16 jours..	1.	46.	3.	1
		2.	46.	6.	6
Décemb. 13, hum.	16 jours..	1.	46.	4.	4
		2.	46.	7.	4
29, hum.	16 jours..	1.	46.	3.	»
		2.	46.	7.	»

MOIS ET JOURS.		TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
				liv.	onc.	gros.
1747.						
Janv...	14, gelée.	16 jours..	1er	46.	3.	»
			2d	46.	8.	»
	30, hum.	16 jours..	1.	46.	2.	»
			2.	46.	7.	»
Fév....	15, temp.	16 jours..	1.	46.	1.	2
			2.	46.	6.	»
Mars..	3, dégel.	16 jours..	1.	46.	3.	»
			2.	46.	8.	»
	19, froid.	16 jours..	1.	46.	2.	8
			2.	46.	8.	8
Avril..	4, pluie.	16 jours..	1.	46.	5.	1
			2.	46.	9.	5
	20, sec..	16 jours..	1.	46.	4.	7
			2.	46.	8.	1
Mai...	6, temp.	16 jours..	1.	46.	6.	4
			2.	46.	9.	4
	22, var..	16 jours..	1.	46.	7.	5
			2.	46.	9.	»
Juin...	7, pluv.	16 jours..	1.	46.	8.	2
			2.	46.	10.	3
	23, temp. pluvieux..	16 jours..	1.	46.	9.	1
			2.	46.	12.	1
Juillet..	9, var..	16 jours..	1.	46.	10.	»
			2.	46.	13.	»
	25, chaud et humide.	16 jours..	1.	46.	12.	»
			2.	46.	14.	4
Août..	10, chaud, vent..	16 jours..	1.	46.	11.	»
			2.	46.	13.	2
	26, chaud, pluie.	16 jours..	1.	46.	12.	»
			2.	46.	15.	»
Sept...	11, sec...	16 jours..	1.	46.	11.	»
			2.	46.	13.	»
	27, pluv..	16 jours..	2.	46.	11.	»
			2.	46.	13.	4

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1747. Octob.. 27, beau, couvert.	30 jours..	1er	46.	12.	»
		2d	46.	15.	»
Nov... 27, bruines pend. 8 j.	30 jours..	1.	46.	14.	»
		2.	47.	».	4
Déc.... 27, pluv.	30 jours..	1.	46.	15.	»
		2.	47.	1.	7
1748.					
Janv... 27, gelée, neige et dégel.	30 jours..	1.	47.	».	»
		2.	47.	2.	»
Fév. .. 27, dégel. et doux.	30 jours..	1.	47.	1.	»
		2.	47.	2.	4
Mars .. 27, froid.	30 jours..	1.	47.	».	4
		2.	47.	4.	»
Avril .. 27, froid et pluv.	30 jours..	1.	47.	2.	»
		2.	47.	3.	»
Mai... 27, sec et froid.	30 jours..	1.	46.	2.	»
		2.	47.	4.	»
Juin... 27, sec...	30 jours..	1.	46.	14.	»
		2.	47.	1.	»
Juillet. 27, chaleur et pluie.	30 jours..	1.	46.	16.	2
		2.	47.	2.	1
Août. 27, chaleur, brouillards.	30 jours..	1.	47.	2.	»
		2.	47.	4.	»
Sept .. 27, pluv..	30 jours..	1.	47.	3.	»
		2.	47.	5.	5
Octob.. 27, hum..	30 jours..	1.	47.	7.	3
		2.	47.	7.	4
Nov. .. 27, gelée.	30 jours..	1.	47.	4.	1
		2.	47.	7.	4
Déc ... 27, pluie. et vent.	30 jours..	1.	47.	4.	4
		2.	47.	6.	7

MOIS ET JOURS.	TEMS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.			
			liv.	onc.	gros.
1750.					
Décem. 27, gelée.	60 jours..	1er	48.	10.	»
		2.	48.	10.	»
1752.					
Févr.. 27, var..	60 jours..	1.	48.	9.	»
		2.	48.	11.	»
Avril.. 27, sec..	60 jours..	1.	48.	6.	»
		2.	48.	6.	»
Juin.. 27, chaud, pluvieux.	60 jours..	1.	48.	8.	»
		2.	48.	8.	»
Août.. 27, var..	60 jours..	1.	48.	10.	»
		2.	48.	10.	»
Octob. 27, beau..	60 jours..	1.	48.	10.	4
		2.	48.	11.	4
Déc... 27, pluv..	60 jours..	1.	48.	11.	»
		2.	48.	12.	»
1753.					
Févr.. 27, hum.. doux.	60 jours..	1.	48.	10.	4
		2.	48.	11.	6
Avril.. 27, pluv..	60 jours..	1.	48.	11.	4
		2.	48.	12.	»

On voit par cette expérience qui a duré vingt ans :

1°. Qu'après le dessèchement à l'air pendant dix ans, et ensuite au soleil et au feu pendant dix jours, le bois de chêne parvenu au dernier dégré de son dessèchement, perd plus d'un tiers de son poids, lorsqu'on le

travaille tout verd, et moins d'un tiers, lorsqu'on le garde dans son écorce pendant un an, avant de le travailler; car le morceau de la première expérience s'est, en dix ans, réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros; et le morceau de la seconde expérience s'est réduit, en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces.

2°. Que le bois gardé dans son écorce, avant d'être travaillé, prend plus promptement et plus abondamment l'eau, et par conséquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout verd; car le premier morceau qui pesoit 29 livres 6 onces 7 gros, lorsqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que 2 livres 8 onces 3 gros; tandis que le second morceau, qui pesoit 29 livres 6 onces, a pris dans le même tems 3 livres 6 onces. Cette différence dans la plus prompte et la plus abondante imbibition, s'est soutenue très-long-tems; car, au bout de vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le second a pris dans le même tems 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours, le premier morceau n'avoit pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le second, a pris dans le même tems, 7 livres

12 onces 2 gros. Au bout d'un mois, le premier morceau n'avoit pris que 8 livres 12 onces, tandis que le second a pris, dans le même tems, 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le second a pris, dans le même tems, 11 livres 8 onces 5 gros. Enfin, ce n'a été qu'au bout de quatre ans sept mois, que les deux morceaux se sont trouvés à très-peu près égaux en pesanteur.

3°. Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord desséchés jusqu'au dernier dégré, aient repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient sur pied, et au moment qu'on venoit d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés; car, au bout de ces vingt mois de séjour dans l'eau, ils pesoient 45 livres quelques onces, à peu près autant que quand on les a travaillés.

4°. Qu'après avoir pris pendant vingt mois de séjour dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans; car, au mois d'octobre 1751, ils pesoient tous deux également 49 livres. Ainsi, le bois plongé dans l'eau, tire non seulement autant d'humidité qu'il contenoit de sève, mais

encore près d'un quart au-delà; et la différence en poids de l'entier dessèchement à la pleine imbibition, est de 30 à 50, ou de 3 à 5 environ. Un morceau de bois bien sec, qui ne pèse que 3 livres, en pèsera 5, lorsqu'il aura séjourné plusieurs années dans l'eau.

5°. Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau est plénière, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphère; il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, et plus léger lorsqu'il fait beau, comme on le voit par les pesées de ces bois, dans les dernières années des expériences, en 1751, 1752 et 1753; en sorte qu'on pourroit dire, avec juste raison, qu'il fait plus humide dans l'eau, lorsqu'il pleut, que quand il fait beau tems.

Expérience VIII.

Pour reconnoître la différence de l'imbibition des bois, dont la solidité est plus ou moins grande.

Le 2 avril 1735, j'ai fait prendre dans un chêne âgé de soixante ans, qui venoit d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le

centre de l'arbre, le second à la circonférence du bois parfait, et l'autre dans l'aubier; ces trois cylindres pesoient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vase rempli d'eau douce tous trois en même tems, et je les ai pesés tous les jours, pendant un mois, pour voir dans quelle proportion se faisoit leur imbibition.

Table de l'imbibition de ces cylindres de bois.

DATES DES PESÉES.	Poids des trois Cylindres.		
	CŒUR.	Circonf. du Cœur.	AUBIER.
	grains.	grains.	grains.
1735. Avril, le 2..........	985.	985.	985.
3 à 6 h. m..	1011.	1016.	1065.
4.	1021.	1027.	1065.
5, pluie. . .	1023.	1034.	1073½.
6, humide. .	1030.	1040.	1081.
7, humide. .	1035.	1044.	1083.
8, pluie. . .	1036.	1048.	1088½.
9, humide. .	1037.	1051.	1090.
10, couvert. .	1039.	1055.	1092½.
11, sec. . . .	1040.	1056.	1084.
12, sec. . . .	1042.	1059.	1078.
13, sec. . . .	1045.	1061.	1078½.
14, couvert.	1048½.	1064.	1079½.
15, sec. . . .	1050¾.	1065.	1078.
16, chaud. .	1051.	1066.	1074.
17, chaud. .	1051½.	1067.	1072.
18, sec. . . .	1052.	1068.	1073.
19, sec. . . .	1053.	1069.	1071.
20, couvert.	1056.	1072.	1072.
21, pluie. . .	1057.	1073.	1079.
22, couvert.	1057½.	1075½.	1078½.
23, couvert.	1058.	1077.	1074½.
24, sec. . . .	1059.	1078½.	1074.
25, sec. . . .	1060.	1079.	1074.
29, sec. . . .	1065.	1087.	1074½.
Mai. . 5, chaud.*. .	1068½.	1091.	1071.
9, sec. . . .	1072.	1093.	1071.
13, chaud. . .	1073.	1095½.	1070.
21, pluie. . .	1075.	1101.	1070.
25, pluie. . .	1077½.	1103½.	1084.
Juin. . 2, sec. . . .	1078.	1103½.	1071.
10, humide.	1082.	1108.	1078½.
18, sec. . . .	1080.	1105.	1064.
Juillet 6, pluie. . .	1088.	1109.	1069.
15, pluie. . .	1096.	1112.	1077.
25, pluie. . .	1113.	1126.	1098.
Août. 25, sec. . . .	1112.	1122.	1065.
Sept. . 25, pluie. . .	1120.	1126.	1092.
Oct. . 25, pluie. . .	1128.	1150.	1124.

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier ; on voit que, pendant le premier jour, l'aubier qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26 ; et que le lendemain ce même morceau d'aubier cesse de tirer l'eau, en sorte que, pendant 24 heures entières, son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les deux autres morceaux continuent à tirer l'eau et à augmenter de poids ; et en jetant les yeux sur la table de l'imbibition de ces trois morceaux, on voit que celui du centre et celui de la circonférence, prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10 juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente et diminue de pesanteur par des variations fort irrégulières. Il a été mis dans l'eau, le 1er avril à midi ; le ciel étoit couvert et l'air humide : ce morceau pesoit, comme les deux autres, 985 grains. Le lendemain, à dix heures du matin, il pesoit 1065 grains : ainsi, en dix-huit heures il avoit augmenté de 80 grains, c'est-à-dire, environ $\frac{1}{12}$ de son poids total. Il étoit naturel de penser qu'il continueroit à augmenter de poids ; cependant, au bout de dix-huit

heures, il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, et il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté; ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, et a continué d'en tirer pendant six jours; en sorte qu'au 10 avril il avoit tiré 107 grains $\frac{1}{2}$ d'eau : mais les deux jours suivans, le 11 et le 12, il a reperdu 14 grains $\frac{1}{2}$, ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avoit tiré les six jours précédens : il a demeuré presque stationnaire et au même point pendant les trois jours suivans, les 13, 14 et 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée; en sorte que le 19 du même mois, il se trouve qu'il avoit rendu 21 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 et 21 du mois suivant, et encore plus au 18 de juin; car il se trouve qu'il a perdu 28 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10 avril. Après cela, il a augmenté pendant le mois de juillet, et au 25 de ce mois il s'est trouvé avoir tiré en total 113 grains pesant d'eau. Pendant le mois d'août il en a repris 33 grains; et enfin il a augmenté en septembre, et sur-tout en octobre si considérablement, que le 25 de ce dernier mois, il avoit tiré en total 139 grains.

Une expérience que j'avois faite dans une autre vue, a confirmé celle-ci; je vais

en rapporter le détail pour en faire la comparaison.

J'avois fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avois tiré les petits morceaux de bois qui m'ont servi à l'expérience rapportée ci-dessus. Je les avois fait travailler le 8 avril, et je les avois mis dans le même vase. Deux de ces petits cylindres avoient été coupés dans le côté de l'arbre qui étoit exposé au nord lorsqu'il étoit sur pied, et les deux autres petits cylindres avoient été pris dans le côté de l'arbre qui étoit exposé au midi. Mon but, dans cette expérience, étoit de savoir si le bois de la partie de l'arbre, qui est exposée au midi, est plus ou moins solide que le bois qui est exposé au nord. Voici la proportion de leur imbibition.

Table de l'imbibition de ces quatre cylindres.

DATES DES PESÉES.		POIDS des morceaux Septentrionaux.		POIDS des morceaux Méridionaux.	
		L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.
		grains.	grains.	grains.	grains.
1735. Avril.	8.	64.	64.	64.	64.
	9.	$76\frac{1}{4}$.	76.	$73\frac{1}{2}$.	$73\frac{1}{2}$.
	10.	$76\frac{1}{2}$.	76.	$73\frac{3}{4}$.	$73\frac{1}{2}$.
	11.	$76\frac{3}{4}$.	76.	74.	74.
	12.	77.	76.	74.	74.
	13.	$76\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.
	14.	$76\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{4}$.	75.	$74\frac{1}{2}$.
	15.	$77\frac{1}{4}$.	77.	$75\frac{1}{4}$.	$75\frac{1}{4}$.
	16.	77.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{2}$.
	17.	$76\frac{1}{2}$.	76.	$74\frac{1}{4}$.	$73\frac{3}{4}$.
	18.	77.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{1}{4}$.	$73\frac{3}{4}$.
	19.	77.	76.	74.	$73\frac{3}{4}$.
	21.	$78\frac{1}{4}$.	77.	75.	75.
	25.	77.	76.	74.	74.
	29.	$77\frac{1}{2}$.	$76\frac{1}{2}$.	$74\frac{1}{4}$.	74.
Mai..	5.	$77\frac{1}{2}$.	$76\frac{1}{2}$.	74.	74.
	13.	$77\frac{3}{4}$.	$77\frac{1}{2}$.	74.	74.
	28.	78.	77.	75.	75.
Juin..	30.	78.	$76\frac{3}{4}$.	75.	75.
Juillet	25.	$80\frac{1}{2}$.	80.	$78\frac{1}{2}$.	78.
Août..	25.	$76\frac{3}{4}$.	$76\frac{1}{4}$.	$74\frac{3}{4}$.	74.
Sept..	25.	$80\frac{3}{4}$.	$80\frac{1}{4}$.	$79\frac{1}{2}$.	$79\frac{1}{4}$.
Oct...	25.	$84\frac{1}{4}$.	84.	83.	83.

Cette expérience s'accorde avec l'autre, et on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent et diminuent de poids les mêmes

jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, et que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations. On en sera encore plus convaincu, après avoir jeté les yeux sur la table suivante.

Le 11 avril de la même année, j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre, qui pesoit, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition.

MOIS ET JOURS.		POIDS du morceau.	MOIS ET JOURS.		POIDS du morceau.
1735.		onces.	1735.		onces.
Avril..	11.	$7\frac{24}{56}$.	Avril...	21.	$7\frac{56}{64}$.
	12.	$7\frac{50}{64}$.		25.	$7\frac{56}{64}$.
	13.	$7\frac{56}{64}$.	Mai.....	5.	$7\frac{56}{64}$.
	14.	$7\frac{56}{64}$.		25	$7\frac{58}{64}$.
	15.	$7\frac{59}{64}$.	Juin....	25.	$7\frac{58}{64}$.
	16.	$7\frac{58}{64}$.	Juillet.,.	25.	$8\frac{6}{64}$.
	17.	$7\frac{56}{64}$.	Août....	25.	$7\frac{58}{64}$.
	18.	$7\frac{54}{64}$.	Sept....	25.	$7\frac{60}{64}$.
	19.	$7\frac{55}{64}$.	Octob ...	25.	$8\frac{8}{64}$.

Cette expérience confirme encore les autres, et on ne peut pas douter, à la vue de ces tables,

tables, des variations singulières qui arrivent au bois dans l'eau. On voit que tous ces morceaux de bois ont augmenté considérablement au 25 juillet, qu'ils ont tous diminué considérablement au 25 août, et qu'ensuite ils ont tous augmenté encore plus considérablement aux mois de septembre et d'octobre.

Il est donc très-certain que le bois plongé dans l'eau en tire et rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très-considérables par rapport au total de l'imbibition ; ce fait, après que je l'eus absolument vérifié, m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvoient dépendre de la pesanteur de l'air : je pensai que l'air étant plus pesant dans le tems qu'il fait sec et chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids, devoit pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande, et qu'au contraire, lorsque l'air est plus léger, l'eau qui y étoit entrée par la force du plus grand poids de l'atmosphère, pouvoit en ressortir; mais cette explication ne va pas avec les observations; car il paroît au contraire, par les tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les tems de pluie, et diminue considérablement dans les tems secs et chauds, et c'est ce qui me

fit proposer, quelques années après, à M. Dalibard de faire ces expériences sur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la pesanteur du bois avec les mouvemens du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre ; ce qu'il a exécuté avec succès, et publié dans le premier volume des mémoires étrangers, imprimés par ordre de l'académie.

EXPÉRIENCE IX.

Sur l'imbibition du bois verd.

Le 9 avril 1735, j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ soixante ans, un morceau de bois cylindrique qui pesoit 11 onces ; je l'ai mis tout de suite dans un vase plein d'eau, que j'ai eu soin de tenir toujours rempli à la même hauteur.

Table de l'imbibition de ce morceau de cœur de chêne (1).

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		POIDS du cœur de chêne.	ANNÉE, MOIS ET OURS.		POIDS du cœur de chêne.
1735.		onces.	1735.		onces.
Avril...	9.	11.	Avril...	22.	$11\frac{36}{64}$.
	10.	$11\frac{16}{64}$.		25.	$11\frac{37}{64}$.
	11.	$11\frac{24}{64}$.		29.	$11\frac{40}{64}$.
	12.	$11\frac{26}{64}$.	Mai.....	5.	$11\frac{42}{64}$.
	13.	$11\frac{28}{64}$.		13.	$11\frac{46}{64}$.
	14.	$11\frac{29}{64}$.		29.	$11\frac{54}{64}$.
	15.	$11\frac{32}{64}$.	Juin....	14.	$11\frac{58}{64}$.
	16.	$11\frac{34}{64}$.		30.	$11\frac{58}{64}$.
	17.	$11\frac{34}{34}$.	Juillet..	25.	$11\frac{60}{64}$.1
	18.	$11\frac{34}{64}$.	Août...	25.	$11\frac{60}{64}$.
	19.	$11\frac{34}{64}$.	Sept....	25.	12.
	20.	$11\frac{34}{64}$.	Octobre.	25.	$12\frac{6}{64}$.
	21.	$11\frac{35}{64}$.			

(1) L'eau, quoique changée très-souvent, prenoit une couleur noire peu de tems après que le bois y étoit plongé; quelquefois cette eau étoit recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, et le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 avril, quoique l'eau se soit clarifiée quelques jours auparavant.

(*) On voit que dans les tems auxquels les aubiers des expériences précédentes diminuent au lieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chêne n'augmente ni ne diminue.

Il paroît, par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matière grasse que l'eau dissout fort aisément ; il paroît aussi qu'il y a des parties de fer dans cette matière grasse qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé, n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois l'augmentation n'est ici que d'une douzième partie de la pesanteur totale.

Expérience X.

Sur l'imbibition du bois sec, tant dans l'eau douce que dans l'eau salée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une solive de chêne, travaillée plus de 20 ans auparavant, et qui avoit toujours été à couvert, deux petits parallélipipèdes d'un pouce d'équarrissage, sur deux pouces de hauteur. J'avois auparavant fait fondre dans une quantité de 15 onces d'eau, une once de sel marin ; après avoir pesé les morceaux de bois dont je viens de parler, et avoir écrit leur poids, qui étoit de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau

salée, et l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau pesoit, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils y ont été mis à cinq heures du soir, et on les a laissé surnager librement.

Table de l'imbibition de ces deux morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.
1735.		grains.	grains.
Avril....	22 à 7h du soir.	485.	481.
	à 10h du soir.	495.	487.
	23 à 6h du mat.	506½.	495.
	à 6h du soir.	521½.	502.
	24 à 6h du mat.	531½.	509½.
	25 même heure.	547.	517½*
	26	560.	528.
	27 à 6h du mat.	573.	533.
	28	582.	539½.
	29	589½.	545½.
	30	598.	549.
Mai.....	1er.	603.	551.
	2	609½.	553½.
	5	628.	585.
	9	643½.	597.
	13	667.	607.
	17	682.	616.
	21	684.	625.
	29	704.	630.
Juin.....	6	712½.	640.
	14	732.	648.
	30	753½.	663½.
Juillet...	25	770.	701.
Août....	25	782½.	736.
Septemb.	25	788½.	756½.
Octobre .	25	796½.	760.

* Il s'étoit formé de petits cristaux de sel tout autour du morceau, un peu au-dessous de la ligne de l'eau dans laquelle il surnageoit.

J'ai observé dans le cours de cette expérience, que le bois devient plus glissant et plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau salée ; l'eau douce devient aussi plus noire. Il se forme dans l'eau salée de petits cristaux qui s'attachent au bois sur la surface supérieure, c'est-à-dire, sur la surface qui est la plus voisine de l'air. Je n'ai jamais vu de cristaux sur la surface inférieure. On voit, par cette expérience, que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau salée. On en sera convaincu en jetant les yeux sur les tables suivantes.

Le même jour, 22 avril, j'ai pris dans la même solive six morceaux de bois d'un pouce d'équarrissage, qui pesoient chacun 430 grains ; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau salée de 3 onces de sel, et j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce et dans des vases semblables. Je les avois numérotés ; 1, 2, 3 étoient dans l'eau salée, et les numéros 4, 5, 6 étoient dans l'eau douce.

Table de l'imbibition de ces six morceaux.

Nota. Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils pesoient tous 430 grains; on les a mis dans l'eau à cinq heures et demie du soir.

MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1735.	grains.	grains.
Avril..... 22 à 6 heures et demie.	450... 449½.. 448½..	454... 452... 451...
à 7 heures et demie.	453... 452... 451...	459... 458... 455½..
à 8 heures et demie.	456... 455... 453...	463... 462... 459½..
à 9 heures et demie.	458... 457... 455...	466... 465... 462...
22 à 6 heures du matin.	467... 464... 463...	479½.. 476½.. 475...
à 6 heures du soir.	475... 474... 471...	494½.. 491... 488...
24, même heure.	482... 480... 479...	505½.. 503... 501...

MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1735.	grains.	grains.
Avril...... 25...........	490¾..	518½..
	486½..	516...
	485½..	513...
26...........	501...	532...
	497...	529...
	495...	527½..
27...........	507½..	545...
	504...	540...
	499½..	539...
28...........	514...	555...
	509...	552...
	505½..	551...
29...........	517...	560½..
	513...	557½..
	507...	555½..
30...........	522...	571...
	520½...	568...
	512½..	567...
Mai....... 1er.........	527...	575...
	525...	571½..
	515...	570...
2 à 6 heures du soir.	530½..	582...
	529...	577...
	519½..	575...
5...........	567...	600...
	564...	594...
	555...	593...

MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3	POIDS des numéros 4, 5, 6.
	grains.	grains.
1735.		
Mai....... 9..........	573...	621 ½..
	570...	613 ½..
	561 ½..	606...
13..........	581...	634 ½..
	578...	632 ½..
	570...	624 ½..
17..........	589...	653...
	582...	648...
	575...	637...
21..........	597...	670...
	584...	655...
	583...	649...
29..........	619 ½..	682...
	618...	667...
	612...	664...
Juin...... 6 à 6 heures du soir.	622...	694...
	620 ½..	680...
	613...	679 ½..
14..........	628...	703...
	627...	696...
	620...	691 ½..
30..........	645...	724...
	642...	715...
	634...	713 ½..
Juillet.... 25..........	663 ½..	737 ¼..
	657...	731 ½..
	648...	729...

MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
1735.	grains.	grains.
Août....... 25........	688... 694... 686...	747... 742... 736...
Septembre.. 25........	718... 711... 704...	752... 748... 740...
Octobre...............	723... 713½.. 707½..	757½.. 751... 742...

Il résulte de cette expérience et de toutes les précédentes :

1°. Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le dessèchement, et que les bois moins solides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids.

2°. Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives de 8 à 9 pouces de grosseur, et que par conséquent il faudroit beaucoup plus du double de tems, c'est-à-dire, plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage.

3°. Que le bois abattu et gardé dans son écorce se dessèche si lentement, que le tems

qu'on le garde dans son écorce est en pure perte pour le dessèchement, et que par conséquent il faut équarrir les bois peu de tems après qu'ils auront été abattus.

4°. Que quand le bois est parvenu aux deux tiers de son dessèchement, il commence à repomper l'humidité de l'air, et qu'il faut par conséquent conserver, dans des lieux fermés, les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie.

5°. Que le dessèchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume, et que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre.

6°. Que le bois de chêne abattu en pleine sève, s'il est sans aubier, n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison.

7°. Que le dessèchement du bois est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces, et ensuite en moindre raison : que le dessèchement total d'un morceau de bois de volume égal, et de surface double d'un autre, se fait en deux ou trois fois moins de tems : que le dessèchement total du bois à volume égal et surface triple, se fait en cinq ou six fois environ moins de tems.

8°. Que l'augmentation de pesanteur que

le bois sec acquiert en repompant l'humidité de l'air, est proportionnelle à la surface.

9°. Que le dessèchement total des bois, est proportionnel à leur légèreté, en sorte que l'aubier se dessèche plus que le cœur de chêne, dans la raison de sa densité relative, qui est à peu près de $\frac{1}{15}$ moindre que celle du cœur.

10°. Que quand le bois est entièrement desséché à l'ombre, la quantité dont on peut encore le dessécher en l'exposant au soleil, et ensuite dans un four échauffé à 47 dégrés, ne sera guère que d'une dix-septième ou dix-huitième partie du poids total du bois, et que par conséquent ce dessèchement artificiel est coûteux et inutile.

11°. Que les bois secs et légers, lorsqu'ils sont plongés dans l'eau, s'en remplissent en très-peu de tems; qu'il ne faut, par exemple, qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau, au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne.

12°. Que le bois de cœur de chêne, n'augmente que d'une douzième partie de son poids total, lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper, et qu'il faut même un très-long tems pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur.

13°. Que le bois plongé dans l'eau douce, la tire plus promptement et plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée, ne tire l'eau salée.

14°. Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air, puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avoient perdue par le dessèchement en sept ans; et qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avoient jamais eu; en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau, ils pesoient autant que quand on les avoit coupés douze ans auparavant.

15°. Enfin, que quand les bois sont entièrement remplis d'eau, ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphère, et qui se reconnoissent à la variation de leur pesanteur ; et quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations, on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau, est plus humide, lorsque l'air est humide ; et moins humide, lorsque l'air est sec, puisqu'il pèse constamment plus dans les tems de pluie que dans les beaux tems.

ARTICLE III.

Sur la conservation et le rétablissement des forêts (1).

Le bois qui étoit autrefois très-commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, et nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument; ce seroit une vraie perte pour l'état d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, et de tirer de chez eux, à grands frais, ce

---

(1) Lorsque Buffon composoit ce mémoire, le luxe, l'envie pressante de jouir et l'indifférence pour la postérité, avoient déjà porté un coup funeste au plus beau comme au plus utile présent dont la Nature ait décoré la terre. D'antiques et épaisses forêts étoient la proie d'une insatiable cupidité; des coupes anticipées, des défrichemens inconsidérés, suffisoient à peine à des besoins factices et toujours croissans. Menacées d'une destruction prochaine et générale, les forêts de la France se trouvoient dans un état inquiétant pour l'avenir: mais, si l'on compare cet état de dépérissement à celui qui existe au moment où j'écris cette note, quelque fâcheux qu'il fût, il paroîtra une situation florissante et desirable. Qui pourroit peindre la dégradation générale à laquelle les forêts ont été livrées depuis quelques années? qui pourroit tracer la carte de leur dévastation? La marine, sans moyens de cons-

que nos soins et quelque légère économie peuvent nous procurer. Mais il faut s'y

---

tructions ; les bâtimens civils, bientôt privés de leurs plus importans matériaux ; dans nos foyers, le feu difficile et dispendieux à alimenter. Plusieurs cantons ont vu disparoître des forêts entières, et sur toute l'étendue de la France elles ont été livrées à la plus audacieuse dilapidation, ou mutilées par la cognée du brigandage. Dépositaires sacrilèges, nous avons dévoré une propriété précieuse, dont nous n'étions que les conservateurs passagers. Une pareille infidélité a été le crime de la licence, et plus particulièrement celui d'hommes revêtus et indignes du pouvoir, et qui n'ont pas su en user pour faire le bien, ou du moins pour empêcher le mal. Ce délit public n'est point de nature à s'effacer avec le tems ; la postérité en conservera le souvenir et l'horreur ; et toutes les fois qu'elle portera les yeux sur la pénurie que nous lui avons transmise, en place des richesses léguées par nos ancêtres, elle vouera notre mémoire à la honte et à la malédiction.

La profanation d'un dépôt sacré ne devroit pas néanmoins être imputée à la masse entière de la génération présente. Il est des hommes qui n'ont cessé d'élever la voix contre le système d'impéritie ou de malveillance qui a introduit le désordre et la ruine au milieu du plus beau domaine de notre nation, en même tems qu'ils n'ont également cessé d'indiquer les moyens d'arrêter les progrès de la dévastation et de réparer des fautes et des dégats incalculables. Leur langage

prendre

prendre à tems, il faut commencer dès aujourd'hui; car si notre indolence dure, si

---

fut celui de la raison. Quoiqu'ils l'animassent de la chaleur que l'amour du bien public inspire aux ames honnêtes, il paroissoit encore trop froid, et il est resté sans succès au milieu de la turbulente agitation des passions.

Mais la vérité ne se décourage pas : que ceux qui ont la conscience du bien réunissent leurs efforts; ils seront entendus par tous les vrais amis de leur patrie; ceux qui veulent le mal ne paroissent nombreux que par le bruit qu'ils font. Que les lois tutélaires de nos bois soient enfin rendues et exécutées; que les moyens réparateurs des plaies dont ils ont été déchirés soient indiqués et suivis; que les encouragemens soient assurés aux propriétaires qui auront le courage, si rare de nos jours, de dédaigner l'intérêt du moment, et de travailler pour les tems à venir; que les écrits de Buffon, des Duhamel, de Varennes de Fenille, de Juge-St.-Martin et d'autres cultivateurs, distingués par leur zèle et leurs lumières, répandus dans toutes les parties de la France, donnent l'impulsion aux bons esprits, et les dirigent dans des travaux dont les résultats, à la vérité fort éloignés, mais utiles et glorieux, puissent sauver notre âge, non pas de la flétrissure qu'il a encourue, en portant la dilapidation et les ravages dans la propriété de nos neveux, mais au moins du reproche de n'avoir pas cherché à réparer des fautes qui ne pourront lui être pardonnées qu'à ce prix. SONNINI.

l'envie pressante que nous avons de jouir, continue à augmenter notre indifférence pour la postérité; enfin, si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos rois, ne deviennent des terres incultes, et que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'état, ne se trouve consommé et détruit, sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont préposés à la conservation des bois, se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement; mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, et qui ne peut qu'augmenter avec le tems; il en faut chercher le remède, et tout bon citoyen doit donner au public les expériences et les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'académie; l'utilité publique est le but de ses travaux. Ces raisons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques sur l'état des bois du royaume. Il pose des faits incontestables, il offre des vues saines, et il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs,

et me trouvant à portée des bois, je les ai observés avec une attention particulière; et enfin, animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait plusieurs expériences sur ce sujet. Des vues d'utilité particulière, autant que de curiosité de physicien, m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis sous mes yeux; j'ai fait des pépinières d'arbres forestiers; j'ai semé et planté plusieurs cantons de bois, et ayant fait toutes ces épreuves en grand, je suis en état de rendre compte du peu de succès de plusieurs pratiques qui réussissoient en petit, et que les auteurs d'agriculture avoient recommandées. Il en est ici, comme de tous les autres arts, le modèle qui réussit le mieux en petit, souvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets sur les bois doivent se réduire à tâcher de conserver ceux qui nous restent, et à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conservation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de service du royaume consistent dans les forêts qui appartiennent à sa majesté, dans les réserves des ecclésiastiques et des gens de main-morte, et enfin

dans les baliveaux que l'ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, et que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printems dans deux cantons de bois taillis, voisins l'un de l'autre. On avoit conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives; dans l'autre, on n'avoit conservé que les baliveaux de la dernière coupe; j'ai reconnu que la gelée avoit fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition étoit la même; j'ai sondé le terrain en différens endroits; il étoit semblable. Ainsi, je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre et à l'humidité que les baliveaux jetoient sur le taillis, et à l'obstacle qu'ils formoient au dessèchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent et du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois, produisent rarement beaucoup de fruits; les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, et annoncent par là leur foiblesse. On imagineroit que ce gland

devroit repeupler et garnir les bois, mais cela se réduit à bien peu de chose, car de plusieurs millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines ; et ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuelle et le manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre, et par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les obstacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrain traversé d'une infinité de racines et d'herbes de toute espèce. On voit à la vérité quelques arbres de brins dans les taillis ; ces arbres viennent de graines, car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, et ne pousse pas de la racine; mais ces arbres de brin sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, et sont dûs aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sèment une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avois observé dans un champ qui, depuis trois ou quatre ans, étoit demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons qui s'y trouvoient fort loin les uns des autres, plusieurs petits chênes avoient paru tout d'un coup;

je reconnus bientôt par mes yeux, que cette plantation appartenoit à des geais, qui, en sortant des bois, venoient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leurs glands, et en laissoient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnoient jamais la peine de ramasser. Dans un terrain que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons ; les oiseaux s'en sont emparés, et ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du tems qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépérissement des bois, puisqu'autrefois nos rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces ordonnances est celle qui établit dans les bois des ecclésiastiques et gens de main-morte, la réserve du quart, pour croître en futaie ; elle est ancienne, et a été donnée pour la première fois en 1573, confirmée en 1597, et cependant demeurée sans exécution, jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard ; ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'état, un bien de bonne nature ; car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux ; rien n'a été mieux imaginé, et on en auroit bien senti les avan-

tages, si, jusqu'à présent, le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On préviendroit cet abus, en supprimant l'usage arbitraire des permissions, et en établissant un tems fixe pour la coupe des réserves : ce tems seroit plus ou moins long, selon la qualité du terrain, ou plutôt selon la profondeur du sol ; car cette attention est absolument nécessaire. On pourroit donc en régler les coupes à cinquante ans, dans un terrain de deux pieds et demi de profondeur ; à soixante-dix ans, dans un terrain de trois pieds et demi, et à cent ans, dans un terrain de quatre pieds et demi et au delà de profondeur. Je donne ces termes, d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de 5 pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terrains, où j'ai examiné en même tems la hauteur, la grosseur et l'âge des arbres ; cela se trouvera assez juste, pour les terres fortes et paîtrissables. Dans les terres légères et sabloneuses, on pourroit fixer les termes des coupes à quarante, soixante et quatre-vingts ans ; on perdroit à attendre plus long-tems, et il vaudroit infiniment mieux garder du bois de service dans des magasins, que de le laisser sur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer, après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne, près d'Ancenis, il y a des terrains de communes qui n'ont jamais été cultivés, et qui, sans être en nature de bois, sont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougères, de genets et de bruyères, mais qui sont en même tems plantés d'une assez grande quantité de chênes isolés. Ces arbres souvent gâtés par l'abroutissement du bétail, ne s'élèvent pas; ils se courbent, ils se tortillent, et ils portent une mauvaise figure, dont cependant on tire quelqu'avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la marine, et par cette raison, ils méritent d'être conservés. Cependant on dégrade tous les jours ces espèces de plantations naturelles; les seigneurs donnent ou vendent aux paysans la liberté de couper dans ces communes, et il est à craindre que ces magasins de bois courbes ne soient bientôt épuisés. Cette perte seroit considérable, car les bois courbes de bonne qualité, tels que sont ceux dont je viens de parler, sont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes, et j'ai sur cela des expériences commencées qui pourront réussir, et que je vais rapporter en

deux mots. Dans un taillis, j'ai fait couper à différentes hauteurs, savoir, à 2, 4, 6, 8, 10 et 12 pieds au dessus de terre, les tiges de plusieurs jeunes arbres, et quatre années ensuite j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que ces arbres étêtés ont produites; la figure de ces arbres est devenue, par cette double opération, si irrégulière, qu'il n'est pas possible de la décrire, et je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois seroit bien plus simple et bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres, comme quelques gens l'ont proposé (1).

Tous ceux qui connoissent un peu les bois, savent que la gelée du printems est le fléau des taillis; c'est elle qui, dans les endroits bas et dans les petits vallons, supprime continuellement les jeunes rejetons, et empêche le bois de s'élever; en un mot,

---

(1) Ces jeunes arbres que j'avois fait étêter en 1734, et dont on avoit encore coupé la principale branche en 1737, m'ont fourni, en 1769, plusieurs courbes très-bonnes, et dont je me suis servi pour les roues des marteaux et des soufflets de mes forges.

elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre ; et si ce tort a jusqu'ici été moins connu, moins sensible, c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée, le propriétaire y fait moins d'attention, et se console plus aisément de la perte qu'il fait ; cependant cette perte n'en est pas moins réelle, puisqu'elle recule son revenu de plusieurs années. J'ai tâché de prévenir, autant qu'il est possible, les mauvais effets de la gelée, en étudiant la façon dont elle agit ; et j'ai fait sur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord ; qu'elle fait tout périr à l'abri du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement. Cette observation qui est constante, fournit un moyen de préserver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui sont le tems critique, et où elle les attaque avec plus d'avantage ; ce moyen consiste à observer, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord ; il est aisé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clause dans leur marché, et je me suis déjà très-bien trouvé

d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme arrangé qui se trouve propriétaire d'une quantité un peu considérable de bois taillis, commence par les fairearpenter, borner, diviser, et mettre en coupe réglée ; il s'imagine que c'est-là le plus haut point d'économie ; tous les ans, il vend le même nombre d'arpens; de cette façon ses bois deviennent un revenu annuel : il se sait bon gré de cette règle, et c'est cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées : cependant il s'en faut bien que ce soit-là le moyen de tirer de ses taillis tout le profit qu'on en pourroit obtenir ; ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter : la coupe réglée de leurs bois est une espèce de ferme ; ils comptent sur le produit, et le reçoivent sans se donner aucun soin. Cela doit convenir à grand nombre de gens ; mais pour ceux dont l'habitation se trouve fixée à la campagne, et même pour ceux qui y vont passer un certain tems toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général, on peut assurer que dans les bons terrains on gagnera à les

attendre, et que dans les terrains où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes; mais il seroit à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, et déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis : cet âge est celui où l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premières années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire, que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la première année; l'accroissement de la troisième année est plus grand que celui de la seconde : ainsi l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue. C'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir, pour tirer de son taillis tout l'avantage et tout le profit possible. Mais comment le reconnoître, comment s'assurer de cet instant? Il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues et pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a indiquées, qui puissent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins : ces expériences consistent à couper et peser tous les ans le produit de quelques arpens de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, et reconnoître, au bout de plusieurs années, l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait plusieurs autres remarques sur la conservation des bois, et sur les changemens qu'on devroit faire aux règlemens des forêts, que je supprime comme n'ayant aucun rapport avec des matières de physique ; mais je ne dois pas passer sous silence ni cesser de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force et la solidité du bois de service, et que j'ai rapporté dans le premier article de ce mémoire : rien n'est plus simple, car il ne s'agit que d'écorcer les arbres, et laisser ainsi sécher et mûrir sur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, aussi dur que le cœur de chêne ; il augmente considérablement de force et de densité, comme je m'en suis assuré par un grand nombre d'expériences, et les souches de ces arbres écorcés et séchés sur pied, ne laissent pas que de repousser et de reproduire des rejetons : ainsi, il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force et la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la consommation, et par conséquent, doit être mise au nombre des moyens de conserver les bois. Venons maintenant à ceux qu'on doit employer pour les renouveler.

Cet objet n'est pas moins important que le premier ; combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui sont absolument stériles ? La Bretagne, le Poitou, la Guyenne, la Bourgogne, la Champagne, et plusieurs autres provinces ne contiennent que trop de ces terres inutiles ? Quel avantage pour l'État si on pouvoit les mettre en valeur ! La plupart de ces terrains étoient autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entièrement pourries. Il est à croire qu'on a peu à peu dégradé les bois de ces terrains, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, et que, par la succession des tems, on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glaces ne rien produire ; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume, de bonnes terres en friches, des contrées entières mortes pour l'État ? je dis de bonnes terres, parce que j'en ai fait défricher, qui non seulement étoient de

qualité à produire de bons bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agiroit donc que de semer ou de planter ces terrains, mais il faudroit que cela pût se faire sans grande dépense; ce qui ne laisse pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitois de m'instruire à fond sur la manière de semer et de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'agriculture disent sur cette matière, je me suis attaché à quelques auteurs anglais, comme Evelyn, Miller, &c. qui me paroissoient être plus au fait, et parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, et j'ai planté et semé des bois à leur façon, mais je n'ai pas été long-tems sans m'apercevoir que cette façon étoit ruineuse, et qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auroient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avoient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques parcs, où l'on pouvoit cultiver et soigner les jeunes arbres; mais ce n'est point ce qu'on cherche, quand on veut planter des bois; on a bien de la

peine à se résoudre à la première dépense nécessaire, comment ne se refuseroit-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs, deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons ? J'ai donc été obligé d'abandonner ces auteurs et leurs méthodes, et de chercher à m'instruire par d'autres moyens, et j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, et m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avois toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terrains de toutes espèces, en friches et cultivés, une grande quantité de bois taillis, et des pépinières d'arbres forestiers où je trouvois tous les jeunes plans dont j'avois besoin ; enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois une espèce de terrain de quatre-vingts arpens, dont il y en avoit environ vingt en friches, et soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment et d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrain étoit naturellement divisé en deux parties presque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés

étoit

étoit d'un niveau fort uni, et que la terre me paroissoit être par-tout de même qualité, quoique de profondeur assez inégale; je pensai que je pourrois profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile; c'est de savoir, dans le même terrain, la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'espère pas que je puisse me satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans; pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées? J'ai donc fait diviser mon terrain par quart d'arpent, et à chaque angle j'ai fait sonder la profondeur avec ma tarière; j'ai rapporté sur un plan tous les points où j'ai sondé, avec la note de la profondeur du terrain et de la qualité de la pierre qui se trouvoit au dessous, dont la mèche de la tarière ramenoit toujours des échantillons, et de cette façon j'ai le plan de la superficie et du fond de ma plantation; plan qu'il sera

aisé quelques jours de comparer avec la production (1).

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrain en plusieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un j'ai fait donner trois labours à la charrue; dans un autre, deux labours; dans un troisième, un labour seulement; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche et sans avoir labouré; dans d'autres, j'ai fait simplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres que j'ai

(1) Cette opération ayant été faite en 1734, et le bois semé la même année, on a recepé les jeunes plants, en 1738, pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'est-à-dire, en 1758, ils formoient un bois dont les arbres avoient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc; on a coupé ce bois la même année, c'est-à-dire, 24 ans après l'avoir semé. Le produit n'a pas été tout-à-fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrain; mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que 16 ans, est aussi garni, et produira tout autant que les bois anciennement plantés, et malgré l'inégalité de la profondeur du terrain, qui varie depuis 1 pied ½ jusqu'à 4 pieds ½, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la grosseur des baliveaux réservés dans les taillis.

tirés de mes bois ; dans d'autres, des arbres de même espèce, tirés de mes pépinières ; j'en ai fait semer et planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques autres à six pouces ; dans d'autres, j'ai semé des glands que j'avois auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie de vin, dans l'eau qui s'étoit égoutée d'un fumier, dans de l'eau salée : enfin, dans plusieurs cantons, j'ai semé des glands avec de l'avoine ; dans plusieurs autres, j'en ai semé que j'avois fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le résultat de toutes ces épreuves, et de plusieurs autres que je supprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrain où j'ai fait ces essais, m'a paru semblable dans toute son étendue ; c'est une terre fort paîtrissable, un tant soit peu mêlée de glaise, retenant l'eau longtems, et se séchant assez difficilement, formant, par la gelée et par la sécheresse, une espèce de croûte avec plusieurs petites fentes à sa surface, produisant naturellement une grande quantité d'hiebles dans les endroits cultivés, et de genièvres dans les endroits en friche ; ce terrain est environné de

tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait semer avec soin tous les glands un à un et à un pied de distance les uns des autres; de sorte qu'il en est entré environ douze mesures ou boisseaux de Paris, dans chaque arpent. Je crois qu'il est nécessaire de rapporter ces faits pour qu'on puisse juger plus sainement de ceux qui doivent suivre.

L'année d'après, j'ai observé avec grande attention l'état de ma plantation, et j'ai reconnu que dans le canton dont j'espérois le plus, et que j'avois fait labourer trois fois, et semer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avoient pas levé ; les pluies de l'hiver avoient tellement battu et corroyé la terre, qu'ils n'avoient pu percer; le petit nombre de ceux qui avoient pu trouver issue, n'avoit paru que fort tard, environ à la fin de juin ; ils étoient foibles, effilés ; la feuille étoit jaunâtre, languissante, et ils étoient si loin les uns des autres, le canton étoit si peu garni, que j'eus quelque regret aux soins qu'ils avoient coûtés. Le canton qui n'avoit eu que deux labours, et qui avoit aussi été semé avant l'hiver, ressembloit assez au premier, cependant il y avoit un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que la terre étant moins divisée par le

labour, la pluie n'avoit pu la battre autant que celle du premier canton. Le troisième qui n'avoit eu qu'un seul labour, étoit, par la même raison, un peu mieux peuplé que le second, mais cependant il étoit si mal, que plus des trois quarts de mes glands avoient encore manqué.

Cette épreuve me fit connoître que, dans les terrains forts et mêlés de glaise, il ne faut pas labourer et semer avant l'hiver; j'en fus entièrement convaincu, en jetant les yeux sur les autres cantons. Ceux que j'avois fait labourer et semer au printems, étoient bien mieux garnis; mais ce qui me surprit, c'est que les endroits où j'avois fait planter le gland à la pioche, sans aucune culture précédente, étoient considérablement plus peuplés que les autres; ceux même où l'on n'avoit fait que cacher les glands sous l'herbe, étoient assez bien fournis, quoique les mulots, pigeons ramiers, et d'autres animaux en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avoient été semés à six pouces de profondeur, se trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux où on les avoit fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avois fait semer à un pied de pro-

fondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un autre endroit où j'en avois fait mettre à neuf pouces, il en eût levé plusieurs. Ceux qui avoient été trempés pendant huit jours dans la lie de vin et dans l'égoût du fumier, sortirent de terre plutôt que les autres. Presque tous les arbres gros et petits que j'avois fait tirer de mes taillis, ont péri à la première ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avois tiré de mes pépinières ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avois fait planter, au printems, les glands que j'avois fait auparavant germer dans de la terre; il n'en avoit presque point manqué; à la vérité, ils ont levé plus tard que les autres, ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tous germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'est annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois, sont demeurés toujours un peu au dessous des autres; ainsi, je crois pouvoir assurer que pour semer une terre forte et glaiseuse, il faut conserver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faisant un lit de deux pouces de glands sur un lit de

terre d'un demi-pied, puis un lit de terre et un lit de glands, toujours alternativement, et enfin en couvrant le magasin d'un pied de terre, pour que la gelée ne puisse y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, et on le plantera à un pied de distance. Ces glands qui ont germé, sont déjà autant de jeunes chênes, et le succès d'une plantation faite de cette façon, n'est pas douteux; la dépense même n'est pas considérable, car il ne faut qu'un seul labour. Si l'on pouvoit se garantir des mulots et des oiseaux, on réussiroit tout de même et sans aucune dépense, en mettant en automne le gland sous l'herbe, car il perce et s'enfonce de lui-même, et réussit à merveille sans aucune culture dans les friches dont le gazon est fin, serré et bien garni; ce qui indique presque toujours un terrain ferme et glaiseux.

Comme je pense que la meilleure façon de semer du bois dans un terrain fort et mêlé de glaise, est de faire germer les glands dans la terre, il est bon de rassurer sur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On transporte le gland germé dans des manequins, des corbeilles, des paniers, et on ne peut éviter de rompre la radicule de plusieurs

de ces glands ; mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines ; ce qui même n'est pas un mal, parce qu'on évite par là celui que la gelée des matinées de mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure, et qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers, la moitié, les trois quarts et même toute la radicule ; je les ai semés dans un jardin où je pouvois les observer à toute heure ; ils ont tous levé, mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels, outre la radicule, j'avois encore ôté l'un des lobes ; ils ont encore levé ; mais si on retranche les deux lobes, où si l'on coupe la plume, qui est la partie essentielle de l'embryon végétal, ils périssent également.

Dans l'autre moitié de mon terrain, dont je n'ai pas encore parlé, il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite, et où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur ; c'étoit un champ qui rapportoit beaucoup de grain, et qui avoit été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver ; et au mois de novembre, décembre et février, j'y plantai une collection nombreuse de toutes les

espèces d'arbres des forêts, que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur, depuis trois pieds jusqu'à dix et douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris, et de ceux qui ont poussé à la première sève, un grand nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'août; plusieurs ont péri à la seconde, et encore d'autres la troisième et la quatrième année; de sorte que de tous ces arbres, quoique plantés et arrachés avec soin, et même avec des précautions peu communes, il ne m'est resté que des cerisiers, des alisiers, des cormiers, des frênes et des ormes, encore les alisiers et les frênes sont-ils languissans; ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans; les cormiers sont plus vigoureux, mais les merisiers et les ormes sont ceux qui de tous ont le mieux réussi. Cette terre se couvrit, pendant l'été, d'une prodigieuse quantité de mauvaises herbes, dont les racines détruisirent plusieurs de mes arbres. Je fis semer aussi dans ce canton des glands germés; les mauvaises herbes en étouffèrent une grande partie : ainsi, je crois que dans les bons terrains, qui sont d'une nature moyenne, entre les terres fortes et les terres légères, il convient de semer de l'avoine avec les glands, pour

prévenir la naissance des mauvaises herbes, dont la plupart sont vivaces, et qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine qui cesse de pousser des racines au mois de juillet. Cette observation est sûre, car, dans le même terrain, les glands que j'avois fait semer avec l'avoine, avoient mieux réussi que les autres. Dans le reste de mon terrain, j'ai fait planter des jeunes chênes, de l'ormille et d'autres jeunes plants tirés de mes pépinières, qui ont bien réussi; ainsi, je crois pouvoir conclure, avec connoissance de cause, que c'est perdre de l'argent et du tems que de faire arracher des jeunes arbres dans les bois pour les transplanter dans des endroits où on est obligé de les abandonner et de les laisser sans culture, et que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, et surmontent presque tous les obstacles, il faut des pépinières où l'on puisse élever et soigner les jeunes arbres pendant les deux premières années, après quoi on les pourra planter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc un peu instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris,

l'année suivante, d'en faire une autre presqu'aussi considérable dans un terrain tout différent ; la terre y est sèche, légère, mêlée de gravier, et le sol n'a pas huit pouces de profondeur, au dessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves, dont je ne rapporterai pas le détail ; je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terrains, et les semer avant l'hiver. Si l'on ne sème qu'au printems, la chaleur du soleil fait périr les graines ; si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre, comme dans les terrains forts, elles se dessèchent et périssent, parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères, n'est pas assez garnie et assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver, et de l'ardeur du soleil au printems. Les jeunes arbres arrachés dans les bois, réussissent encore moins dans ces terrains que dans les terres fortes ; et si on veut les planter, il faut le faire avant l'hiver avec des jeunes plants pris en pépinière.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre sujet. J'avois envie de connoître les espèces de terrains qui sont absolument contraires à la végétation, et pour cela, j'ai

fait remplir une demi-douzaine de grandes caisses à mettre des orangers, de matières toutes différentes; la première, de glaise bleue; la seconde, de gravier gros comme des noisettes; la troisième, de glaise couleur d'orange; la quatrième, d'argile blanche; la cinquième, de sable blanc, et la sixième, de fumier de vache bien pourri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands, de châtaignes et de graines de frênes, et j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner et sans les arroser. La graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres; les châtaignes ont levé et ont vécu, mais sans faire de progrès dans la caisse de glaise bleue. A l'égard des glands, il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses, à l'exception de celle qui contenoit la glaise orangée, qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avoient levé dans la glaise bleue et dans l'argile, quoiqu'un peu effilés au sommet, étoient forts et vigoureux en comparaison des autres; ceux qui étoient dans le fumier pourri, dans le sable et dans le gravier, étoient foibles, avoient la feuille jaune et paroissoient languissans. En automne, j'en fis enlever deux dans chaque caisse; l'état des racines répon-

doit à celui de la tige, car dans les glaises la racine étoit forte, et n'étoit proprement qu'un pivot gros et ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avoit qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier, au contraire, et dans le sable, la racine s'étoit fort alongée, et s'étoit prodigieusement divisée ; elle ressembloit, si je puis m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avoit guère qu'un pouce ou deux de longueur, et s'étoit divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes et foibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences, mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terrains. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu, dans plusieurs provinces de France, des terrains d'une vaste étendue, couverts d'une petite espèce de bruyère, où je n'ai pas vu un chêne, ni aucune autre espèce d'arbres ; la terre de ces cantons est légère comme de la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce mémoire, et qui m'ont convaincu, que si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, et

peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé de graine, et je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres; j'ai remarqué qu'ils demandent un terrain semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelqu'ingrat qu'il paroisse, dont on ne pût tirer parti, même pour planter des bois; il ne s'agiroit que de connoître les espèces d'arbres qui conviendroient aux différens terrains.

ARTICLE IV.

Sur la culture et l'exploitation des forêts.

Dans les arts qui sont de nécessité première, tel que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent à force d'expériences à des pratiques utiles: la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes et les autres productions de la terre, que l'on recueille tous les ans, est mieux et plus généralement connue que la façon d'entretenir et cultiver une forêt; et, quand même la culture des champs seroit défectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis sont fondés sur des expé-

riences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur, éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrain plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant par-tout, il seroit naturel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois; cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé: le bois paroît être un présent de la nature, qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir, et la manière d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts, et d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par-là que les recherches et les observations que j'ai faites sur cette matière, soient des découvertes admirables; je dois avertir au contraire que ce sont des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné, dans l'article précédent, mes vues sur ce sujet; je vais dans

celui-ci étendre ces vues, en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrain peut se mesurer par la culture; plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits; mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions, et dans les bois une culture prématurée et mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance; par exemple, on imagine, et je l'ai cru long-tems, que la meilleure manière de mettre un terrain en nature de bois, est de nettoyer ce terrain, et de le bien cultiver avant que de semer le gland ou les autres graines qui doivent un jour le couvrir de bois, et je n'ai été désabusé de ce préjugé, qui paroît si raisonnable, que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables, et des plantations assez vastes; je les ai faits avec précaution; j'ai souvent fait arracher les genièvres, les bruyères, et jusqu'aux moindres plantes que je regardois comme nuisibles pour cultiver à fond et par plusieurs labours les terrains que je voulois ensemencer; je ne doutois pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins; mais au bout de quelques années, j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avoient servi qu'à

retarder

retarder l'accroissement de mes jeunes plants, et que cette culture précédente, qui m'avoit donné tant d'espérance, m'avoit causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir ; ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrain, de quelque qualité qu'il soit, il faut imiter la nature, il faut y planter et y semer des épines et des buissons qui puissent rompre la force du vent, diminuer celle de la gelée, et s'opposer à l'intempérie des saisons ; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants, et les protègent contre l'ardeur du soleil et la rigueur des frimats. Un terrain couvert, ou plutôt à demi-couvert de genièvres, de bruyères, est un bois à moitié fait, et qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrain net et cultivé : Voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpens chacune, semées en bois depuis neuf ans ; ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis ; l'une des deux étoit un champ cultivé ; on a semé également et en même tems plusieurs cantons dans cette pièce, les uns dans le milieu de

la pièce, les autres le long des bois taillis; tous les cantons du milieu sont dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis : cette différence n'étoit pas sensible à la première année, pas même à la seconde; mais je me suis aperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu, et les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été et à chaque hiver des années suivantes, il en a péri considérablement, et les fortes gelées de 1740 ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis ; les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, et ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur: il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpens, est actuellement environnée d'une lisière de cinq à six perches de largeur d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances ; à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrain est moins garni, et quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis,

à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté ; l'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence, car le terrain est absolument le même au milieu de la pièce et le long du bois ; ces terrains avoient en même tems reçu les mêmes cultures ; ils avoient été semés de la même façon et avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore plus vastes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces est toujours dégarni, et que, quelque attention qu'on ait à resemer cette partie du terrain tous les ans, elle ne peut se couvrir de bois, et reste en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux fossés qui se coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, et j'ai fait planter des épines, du peuplier et d'autres bois blancs tout le long de ces fossés ; cet abri quoique léger a suffi pour garantir les jeunes plants voisins du fossé ; et, par cette petite dépense, j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de 40 arpens dont j'ai parlé, étoit, avant la plantation, composée de 20 arpens d'un terrain net et bien cultivé, et

de 20 autres arpens en friches et recouverts d'un grand nombre de genièvres et d'épines: j'ai fait semer en même tems la plus grande partie de ces deux terrains; mais, comme on ne pouvoit pas cultiver celui qui étoit couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, et j'ai fait mettre dans les places découvertes le gland sous le gazon, au moyen d'un seul coup de pioche; on y avoit même épargné la graine, dans l'incertitude du succès, et je l'avois fait prodiguer dans le terrain cultivé. L'évènement a été tout différent de ce que j'avois pensé; le terrain découvert et cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes, mais peu à peu cette quantité a diminué, et elle seroit aujourd'hui presque réduite à rien, sans les soins que je me suis donnés pour en conserver le reste. Le terrain au contraire qui étoit couvert d'épines et de genièvres est devenu en neuf ans un petit bois, où les jeunes chênes se sont élevés à 5 à 6 pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la première, combien l'abri est nécessaire à la conservation et à l'accroissement des jeunes plants, car je n'ai conservé ceux qui étoient

dans le terrain trop découvert, qu'en plantant au printems des boutures de peupliers et des épines qui, après avoir pris racines, ont fait un peu de couvert, et ont défendu les jeunes chênes trop foibles pour résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrain cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature, pour y faire croître des épines et des bruyères; ici il faut une culture qui, dans un an ou deux, puisse mettre le terrain au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives, j'ai fait semer de l'épine, du genièvre et plusieurs autres graines avec le gland, mais il faut trop de tems à ces graines pour lever et s'élever; la plupart demeurent en terre pendant deux ans, et j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paroissoient plus hâtives; il n'y a que la graine de marseau (1)

(1) Saule marseau, ou marceau, *salix caprea* de Linnæus. L'on en connoît trois variétés : le marseau à feuilles larges, le marseau à feuilles étroites, et le marseau argenté. Tous conviennent principalement aux terrains humides et marécageux. SONNINI.

qui réussisse et qui croisse assez promptement sans culture : mais je n'ai rien trouvé de mieux, pour faire du couvert, que de planter des boutures de peuplier ou quelques pieds de tremble, en même tems qu'on sème le gland dans un terrain humide; et dans des terrains secs, des épines, du sureau et quelques pieds de sumach de Virginie(1); ce dernier arbre sur-tout, qui est à peine connu des gens qui ne sont pas botanistes, se multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il suffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puisse en porter un grand nombre dans ses plantations, et les racines de cet arbre s'étendent si loin, qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent, pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans : on observera seulement de les faire couper jusqu'à terre à la seconde année, afin de faire pousser un plus grand nombre de rejetons. Après le sumach, le tremble est le meilleur, car il pousse des rejetons à 40 ou 50 pas, et j'ai garni plusieurs endroits de mes plantations, en faisant seulement abattre quelques trembles qui s'y trouvoient par hasard. Il

---

(1) *Rhus typhinum.* Lin. SONNINI.

est vrai que cet arbre ne se transplante pas aisément; ce qui doit faire préférer le sumach; de tous les arbres que je connois, c'est le seul, qui, sans aucune culture, croisse et se multiplie, au point de garnir un terrain en aussi peu de tems; ses racines courent presque à la surface de la terre; ainsi, elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes, qui pivotent et s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach, ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier et le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne et le hêtre: ceux-ci ne sont foibles que dans leur jeunesse, et après avoir passé les premières années à l'ombre et à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'éleveront au dessus, et devenant plus forts, ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit et je le répète, on ne peut trop cultiver la terre, lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-

être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu, et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain !

J'ai voulu m'assurer, par des expériences constantes, des avantages de la culture par rapport au bois, et pour arriver à des connoissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semois en même tems et en quantité dans mes bois; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la nature, et j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'art. En cinq années, les chênes de mon jardin avoient acquis une tige de 10 pieds, et de 2 à 3 pouces de diamètre, et une tête assez formée pour pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit, qui, étant semé au pied de ses pères, a produit d'autres arbres, redevables de leur naissance à la force d'une culture assidue et étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même tems, n'avoient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur (je parle des plus vigoureux; car le plus grand nombre n'avoit pas un pied); leur tige étoit à peu près grosse comme le doigt; leur forme étoit celle d'un

petit buisson; leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissoit douter s'ils auroient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ces succès de culture, et ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparois aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense, et j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'élèverois les arbres avec le même soin que dans mon jardin : il ne s'agissoit pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds et demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin; et pour améliorations, de faire conduire dans ce terrain, qui me paroissoit un peu trop ferme et trop froid, plus de deux cents voitures de mauvais bois de recoupe et de copeaux, que je fis brûler sur la place, et dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense alloit déjà beaucoup au-delà du quadruple de la valeur du fonds, mais je me satisfaisois, et je voulois avoir du bois en cinq ans; mes espérances étoient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrain choisi entre cent autres terrains, et plus encore sur la résolution de ne rien épargner

pour réussir, car c'étoit une expérience ; cependant elles ont été trompées ; j'ai été contraint, dès la première année, de renoncer à mes idées, et à la troisième, j'ai abandonné ce terrain avec un dégoût égal à l'empressement que j'avois eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris, lorsque je dirai qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiseaux, etc. la quantité des mauvaises herbes fut si grande, qu'on étoit obligé de sarcler continuellement, et qu'en le faisant à la main et avec la plus grande précaution, on ne pouvoit cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissans, ce qui leur causoit un préjudice sensible ; je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers, qui, la première année, n'attendent rien d'un jardin neuf, et qui ont bien de la peine dans les trois premières années à purger le terrain des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient ; l'eau me manqua pendant l'été, et ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avoient été accoutumés au printems ; d'ailleurs le grand soin avec lequel on ôtoit les mauvaises herbes, par de petits labours

réitérés, avoit rendu le terrain net, et sur la fin de l'été la terre étoit devenue brûlante et d'une sécheresse affreuse; ce qui ne seroit point arrivé, si on ne l'avoit pas cultivée aussi souvent, et si on eût laissé les mauvaises herbes qui avoient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printems suivant; mon terrain, quoique bien situé, n'étoit pas assez éloigné des bois, pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres, ne se répandît pas sur mes jeunes plants; cette humidité accompagnée d'un vent de nord, les fit geler au 16 de mai, et dès ce jour, je perdis presque toutes mes espérances; cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet; je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades; cette opération fit un grand bien, mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, et comme je n'avois qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour le besoin pressant; je diminuai aussi le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, et je fus assez content du succès de ces petites attentions: la sève d'août fut abondante, et mes jeunes plants poussèrent plus vigoureuse-

ment qu'au printems, mais le but principal étoit manqué ; le grand et prompt accroissement que je desirois, se réduisoit au quart de ce que j'avois espéré, et de ce que j'avois vu dans mon jardin : cela ralentit beaucoup mon ardeur, et je me contentai, après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours, l'année suivante, et encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié, et qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connoissance, car j'observai avec quelque surprise que les jeunes plants de ce canton étoient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé, et cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, et me fit abandonner ce terrain qui m'avoit tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, et que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins ; mais la grande erreur de tout ceci est la dépense ; le produit n'est point du tout proportionné, et plus on répand d'argent dans un terrain qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe ; c'est un intérêt qui décroît, à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté; la dépense devenant trop forte, il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, et même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouissant légèrement la terre à leur pied. Outre des inconvéniens réels de cette dernière espèce de culture, celui de la dépense est suffisant pour qu'on s'en dégoûte aisément, sur-tout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur et qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours et presque à toutes les autres espèces de cultures, c'est de couper les jeunes plants jusqu'auprès de terre; ce moyen, tout simple qu'il paroît, est d'une utilité infinie, et lorsqu'il est mis en œuvre à propos, il accélère de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette à ce sujet, un peu de détail, qui, peut-être, ne déplaira pas aux amateurs de l'agriculture.

Tous les terrains peuvent se réduire à deux espèces, savoir, les terrains forts et les terrains légers; cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrain léger, on peut le faire labourer; cette opération

fait d'autant plus d'effet, et cause d'autant moins de dépense que le terrain est plus léger : il ne faut qu'un seul labour, et on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terrains sont ordinairement secs et brûlans, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant; elles entretiennent une fraîcheur bienfaisante, et garantissent les petits chênes de l'ardeur du soleil; ensuite venant à périr et à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume et d'abri pendant l'hiver, et empêchent les racines de geler; il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terrains sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpens de cette nature de terrain, et j'ai réussi au-delà de mes espérances; les racines des jeunes arbres trouvant une terre légère et aisée à diviser, s'étendent et profitent de tous les sucs qui leurs sont offerts; les pluies et les rosées pénètrent facilement jusqu'aux racines; il ne faut qu'un peu de couvert et d'abri pour faire réussir un semis dans des terrains de cette espèce; mais il est bien plus difficile de faire croître du bois dans des terrains forts, et il faut une pratique toute différente; dans ces terrains, les premiers labours sont inutiles et souvent nui-

sibles ; la meilleure manière est de planter les glands à la pioche, sans aucune culture précédente ; mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de les perdre de vue et de n'y plus penser; il faut au contraire les visiter souvent ; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la première année, observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la première, et à la troisième qu'à la seconde : tant que l'accroissement va en augmentant, ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher, mais on s'apercevra ordinairement à la troisième année que l'accroissement va en diminuant, et si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, etc. on reconnoîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus petit ; ainsi, dès qu'on s'apercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidens, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, et l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre livré à lui-même dans un terrain fort et serré, ne peut étendre ses racines; la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes; les petits

filets tendres et herbacés, qui doivent nourrir l'arbre, et former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre ; ainsi l'arbre languit privé de nourriture, et la production annuelle diminue souvent, jusqu'au point de ne donner que des feuilles et quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se porte aux racines, en développe tous les germes, et agissant avec plus de puissance contre le terrain qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, et divisent par le surcroît de leur force cette terre qu'elles avoient jusqu'alors vainement attaquée, elles y trouvent abondamment des sucs nourriciers ; et dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur au dehors la surabondance de leur nourriture, et produisent, dès la première année, un jet plus vigoureux et plus élevé que ne l'étoit l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience, que je dois la donner comme un fait sûr, et comme la pratique la plus utile que je connoisse dans la culture des bois.

Dans un terrain qui n'est que ferme, sans être trop dur, il suffira de receper une seule

fois les jeunes plants, pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables d'une terre ferme et paîtrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, et où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte et dure, qu'ayant fait couper, à la seconde année, mes jeunes plants, parce qu'ils étoient languissans, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années, on n'ait été obligé de les couper une seconde fois, et je vais rapporter une autre expérience, qui fera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter depuis dix ans un nombre très-considérable d'arbres de plusieurs espèces, comme des ormes, des frênes, des charmes, etc. La première année, tous ceux qui reprirent, poussèrent assez vigoureusement; la seconde année, ils ont poussé plus foiblement; la troisième année, plus languissamment; ceux qui me parurent les plus malades étoient ceux qui étoient les plus gros et les plus âgés, lorsque je les fis transplanter. Je voyois que la racine n'avoit pas la force de nourrir ces grandes tiges; cela me détermina à les faire couper; je fis faire

la même opération aux plus petits les années suivantes, parce que leur langueur devint telle, que, sans un prompt secours, elle ne laissoit plus rien à espérer; cette première coupe renouvela mes arbres, et leur donna beaucoup de vigueur, sur-tout pendant les deux premières années, mais à la troisième, je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement; je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avoit pas été aussi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement, pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avoit pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuoit à diminuer, et auroit toujours diminué, comme je m'en suis assuré, en laissant sur pied quelques-uns d'entr'eux, si je ne les avois pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement, et ces arbres qui sont plantés dans un terrain qui est en friche depuis plus de vingt ans, et qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force, et la feuille aussi verte que des arbres de pépinière; preuve évidente que la coupe, faite

à propos, peut suppléer à toute autre culture.

Lés auteurs d'agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet; ils répètent tous, les uns après les autres, que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plants, et qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est à-dire, le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers; mais il est généralement vrai, et je puis l'assurer, après un très-grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres, et pour leur donner une tige droite et nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants, n'étoient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches : ainsi, on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture, si facile et si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable, lorsque les jeunes plants ont été gelés; il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les receper. On auroit dû, par exemple, receper tous les taillis de deux ou trois ans, qui ont été

gelés au mois d'octobre 1740; jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal : la seule façon d'y remédier, c'est de couper; on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois, qu'il me soit permis de joindre quelques remarques utiles, et qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne et le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins et de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terrains incultes. Le hêtre peut être semé dans les terrains légers; la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au dehors son enveloppe au dessus de la tige naissante; ainsi, il lui faut une terre meuble et facile à diviser, sans quoi elle reste et pourrit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terrains; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière, et ensuite transplantées, à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas; le chêne craint le voisinage des pins, des sapins, des hêtres et de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol.

En général, pour tirer le plus grand avantage d'un terrain, il faut planter ensemble des arbres qui tirent la substance du fond, en poussant leurs racines à une grande profondeur, et d'autres arbres qui puissent tirer leur nourriture presque de la surface de la terre, comme sont les trembles, les tilleuls, les marseaux et les autres dont les racines s'étendent et courent à quelques pouces seulement de profondeur, sans pénétrer plus avant.

Lorsqu'on veut semer du bois, il faut attendre une année abondante en glands, non seulement parce qu'ils sont meilleurs et moins chers, mais encore parce qu'ils ne seront pas dévorés par les oiseaux, les mulots et les sangliers, qui, trouvant abondamment du gland dans les forêts, ne viendront pas attaquer votre semis; ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de disette. On n'imagineroit pas jusqu'à quel point les seuls mulots peuvent détruire un semis; j'en avois fait un, il y a deux ans, de 15 à 16 arpens; j'avois semé au mois de novembre; au bout de quelques jours, je m'aperçus que les mulots emportoient tous les glands : ils habitent seuls, ou deux à deux, et quelquefois trois à quatre dans un

buissons avoient pris de la tige; et aujourd'hui, en 1774, c'est-à-dire, au bout de 40 ans, ces pins forment d'assez grands arbres, dont les graines ont peuplé le terrain à plus de 100 pas de distance de chaque arbre, comme ces petits pins, venus de graine, étoient en trop grand nombre, surtout dans le voisinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très-grand nombre pour les transplanter plus loin; de manière qu'aujourd'hui ce terrain, qui contient près de 40 arpens, est entièrement couvert de pins, et forme un petit bois toujours verd, dans un grand espace qui, de tout tems, avoit été stérile.

Lorsqu'on aura donc des terres ingrates, où le bois refuse de croître, et des parties de terrain situées dans des petits vallons en montagne, où la gelée supprime les rejetons des chênes et des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus sûre et la moins coûteuse de peupler ces terrains, est d'y planter des jeunes pins, à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans, tout l'espace sera couvert de pins, et, vingt ans après, on jouira du produit de la coupe de ce bois, dont la plantation n'aura presque rien coûté.

Et quoique la jouissance de cette espèce de culture soit fort éloignée, la très-petite dépense qu'elle suppose, et la satisfaction de rendre vivantes des terres absolument mortes, sont des motifs plus que suffisans pour déterminer tout père de famille et tout bon citoyen à cette pratique utile pour la postérité; l'intérêt de l'état, et à plus forte raison celui de chaque particulier, est qu'il ne reste aucune terre inculte; celles-ci, qui de toutes sont les plus stériles, et paroissent se refuser à toute culture, deviendront néanmoins aussi utiles que les autres; car un bois de pins peut rapporter autant et peut-être plus qu'un bois ordinaire, et, en l'exploitant convenablement, devenir un fonds non seulement aussi fructueux, mais aussi durable qu'aucun autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires, est de faire coupe nette en laissant le moins de baliveaux qu'il est possible; il est très-certain que ces baliveaux font plus de tort à l'accroissement des taillis, plus de perte au propriétaire, qu'ils ne donnent de bénéfice, et par conséquent il y auroit de l'avantage à les tous supprimer. Mais comme l'ordonnance prescrit d'en laisser au moins

seize par arpent, les gens les plus soigneux de leurs bois ne pouvant se dispenser de cette servitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laisser davantage, et font abattre, à chaque coupe subséquente, ces baliveaux réservés. Dans un bois de pins, l'exploitation doit se faire tout autrement; comme cette espèce d'arbre ne repousse pas sur souche ni des rejetons au loin, et qu'il ne se propage et multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans, qui tombent au pied ou sont transportées par le vent aux environs de chaque arbre; ce seroit détruire ce bois, que d'en faire coupe nette: il faut y laisser cinquante ou soixante arbres par arpent, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'est-à-dire, éclaircir seulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant soin de laisser les arbres qui portent le plus de graines; tous les dix ans on fera, pour ainsi dire, une demi-coupe, ou même on pourra, tous les ans, prendre dans ce taillis le bois dont on aura besoin: cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de son fonds, est de toutes la plus avantageuse.

L'épreuve que je viens de rapporter, a été

faite en Bourgogne dans ma terre de Buffon, au dessus des collines les plus froides et les plus stériles; la graine m'étoit venue des montagnes voisines de Genève; on ne connoissoit point cette espèce d'arbre en Bourgogne, qui y est maintenant naturalisé et assez multiplié pour en faire à l'avenir de très-grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réussir. Cette espèce de pin pourra croître et se multiplier avec le même succès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre espèce de pin, dont les cônes sont plus alongés, et qu'on connoît sous le nom de *pin maritime*, ou *pin de Bordeaux* (1), comme

---

(1) Et encore *pin des landes ; pinus maritima*, Lin. L'on en distingue deux variétés : la plus grande, le *pin de Bordeaux, proprement dit*, parce qu'elle forme sur une partie des côtes maritimes de l'ouest de la France, des forêts, appelées dans le pays *pignadas*; et la plus petite, désignée sous la dénomination de *pin de Provence*, comme croissant dans des contrées plus méridionales. C'est de la grande variété dont il est question ici; elle fournit des arbres précieux, par le produit de leurs bois, de la résine qui en découle et de l'huile que l'on retire de leurs graines très-abondantes; mais cultivés dans des pays plus septentrionaux, ils sont exposés à périr par l'effet des gelées de nos grands hivers. SONNINI.

l'on connoît celui dont j'ai parlé, sous le nom de *pin de Genève*. Je fis venir et semer, il y a trente-deux ans, une assez grande quantité de ces pins de Bordeaux; ils n'ont pas à beaucoup près aussi bien réussi que ceux de Genève; cependant il y en a quelques-uns qui sont même d'une très-belle venue parmi les autres, et qui produisent des graines depuis plusieurs années; mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réussissent sans culture, et peuplent les environs de ces arbres, comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins et des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode si facile et si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très-grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit, ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres que j'avois fait planter, quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner, si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verds.

II.

Dans les bois ordinaires, c'est-à-dire, dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes, et d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux, les marseaux, les coudriers, etc. il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces d'arbres, dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même tems les épines et autres mauvais bois: cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis, et bien loin de lui porter préjudice, elle en accélère l'accroissement; le chêne, le hêtre et les autres bons arbres n'en croissent que plus vîte, en sorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de son revenu par la vente de ces bois blancs, propres à faire des cercles, et de trouver ensuite un taillis tout composé de bois de bonne essence, et d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'est qu'il faudroit, pour ainsi dire, la faire par ses mains; car, en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient

cette denrée, on risque toujours la dégradation du taillis; il est presque impossible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres, et dès lors le tort qu'ils vous font, fait une grande déduction sur le bénéfice et quelquefois l'excède.

I I I.

Dans les mauvais terrains, qui n'ont que six pouces ou tout au plus un pied de profondeur, et dont la terre est graveleuse et maigre, on doit faire couper les taillis à seize ou dix-huit ans; dans les terrains médiocres, à vingt-trois ou vingt-quatre ans; et dans les meilleurs fonds, il faut les attendre jusqu'à trente : une expérience de quarante ans m'a démontré que ce sont à très-peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres, et dans toutes celles qui les environnent, même à plusieurs lieues de distance, on choisit tout le gros bois, depuis sept pouces de tour et au dessus, pour le faire flotter et l'envoyer à Paris, et tout le menu bois est consommé par le chauffage du peuple ou par les forges; mais dans d'autres cantons de la province, où il n'y

a point de forges, et où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation, tout le menu bois tomberoit en pure perte, si l'on n'avoit trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à peu près comme j'ai conseillé de couper les bois de pins, avec cette différence, qu'au lieu de laisser les grands arbres, on ne laisse que les petits : cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant*, est en usage dans plusieurs endroits ; on abat tous les plus beaux brins, et on laisse subsister les autres, qui, dix ans après, sont abattus à leur tour; et ainsi de dix en dix ans, ou de douze en douze ans, on a plus de moitié coupe, c'est-à-dire, plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation, quoiqu'utile, ne laisse pas d'être sujette à des inconvéniens. On ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits. D'ailleurs le bûcheron étant presque toujours mal-à-l'aise, ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied, et souvent plus d'un pied au dessus de terre; ce qui fait un grand tort aux revenus; ces souches élevées ne poussent jamais de rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les

souches coupées à fleur de terre ; et l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis, est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

I V.

Les bois occupent presque par-tout le haut des côteaux et les sommets des collines et des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces espèces de plaines au dessus des montagnes, il se trouve des terrains enfoncés, des espèces de vallons secs et froids, qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrain de ces combes ait ordinairement plus de profondeur, et soit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent, le bois néanmoins n'y est jamais aussi beau ; il ne pousse qu'un mois plus tard, et souvent il y a de la différence de plus de moitié dans l'accroissement total. A quarante ans, le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des côteaux qui l'environnent vaut à vingt ans. Cette prodigieuse différence est occasionnée par la gelée qui, tous les ans et presqu'en toute saison, se fait sentir dans ces combes, et supprimant en partie les jeunes rejetons, rend

rend les arbres raffaus, rabougris et galleux. J'ai remarqué dans plusieurs coupes où l'on avoit laissé quelques bouquets de bois, que tout ce qui étoit auprès de ces bouquets, et situé à l'abri du vent de nord, étoit entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits exposés au vent du nord n'étoient point du tout gelés. Cette observation me fournit la véritable raison pourquoi les combes et les lieux bas dans les bois, sont si sujets à la gelée, et si tardifs à l'égard des terrains plus élevés, où les bois deviennent très-beaux, quoique souvent la terre y soit moins bonne que dans les combes; c'est parce que l'humidité et les brouillards qui s'élèvent de la terre, séjournent dans les combes, s'y condensent, et par ce froid humide occasionnent la gelée; tandis que, sur les lieux plus élevés, les vents divisent et chassent les vapeurs nuisibles, et les empêchent de tomber sur les arbres, ou du moins de s'y attacher en aussi grande quantité et en aussi grosses gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année; aussi le bois n'y vaut jamais rien. J'ai quelquefois parcouru en été, la nuit, à la chasse, ces différens pays de bois, et je me souviens parfaitement que, sur les

lieux élevés, j'avois chaud, mais qu'aussitôt que je descendois dans ces combes, un froid vif et inquiétant, quoique sans vent, me saisissoit ; de sorte que souvent, à dix pas de distance, on auroit cru changer de climat ; des charbonniers, qui marchoient nu-pieds, trouvoient la terre chaude sur ces éminences, et d'une froidure insupportable dans ces petits vallons. Lorsque ces combes se trouvent situées de manière à être enfilées par les vents froids et humides du nord-ouest, la gelée s'y fait sentir, même au mois de juillet et d'août ; le bois ne peut y croître, les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir, et ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis semblable à ceux qui les environnent, qu'un espace stérile, qu'on appelle *une chaume*, et qui diffère d'une friche, en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne sait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui sont au milieu des bois. Les grains qu'on pourroit y semer sont toujours détruits par les grands froids de l'hiver, ou par les gelées du printems ; il n'y a guère que le blé noir ou sarrazin qui puisse y croître, et encore le produit ne vaut pas la dépense de la culture. Ces terrains restent donc déserts, aban-

donnés, et sont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui seule contient 150 arpens, dont le produit est presque nul. Le succès de ma plantation de pins, qui n'est qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter des jeunes arbres de cette espèce; je n'ai commencé que depuis quelques années; je vois déjà par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet espace stérile, de tems immémorial, sera un bois de pins tout aussi fourni que le premier que j'ai décrit (1).

V.

J'ai fait écorcer sur pied des pins, des sapins et d'autres espèces d'arbres toujours verds; j'ai reconnu que ces arbres dépouillés de leur écorce vivent plus long-tems que les chênes auxquels on fait la même opération, et leur bois acquiert de même plus de dureté, plus de force et plus de solidité. Il seroit donc très-utile de faire écorcer sur

(1) Duhamel, qui a fait un grand nombre d'expériences sur les semis des bois, conseille aux pères de famille de semer des pins dans toutes leurs mauvaises terres. SONNINI.

pied les sapins qu'on destine aux mâtures des vaisseaux; en les laissant deux, trois et même quatre ans sécher ainsi sur pied, ils acquerront une force et une durée bien plus grandes que dans leur état naturel. Il en est de même de toutes les grosses pièces de chêne que l'on emploie dans la construction des vaisseaux; elles seroient plus résistantes, plus solides et plus durables, si on les tiroit d'arbres écorcés et séchés sur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces; celles-ci sont toujours tranchées et foibles, au lieu que les pièces de brin étant courbées dans du sable chaud, conservent presque toute la force de leurs fibres longitudinales. J'ai reconnu, en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avoit plus d'un tiers de différence dans leur force; que les courbes tranchées cassoient subitement, et que celles qui avoient été courbées par la chaleur graduée et par une charge constamment appliquée, se rétablissoient presque de niveau, avant que d'éclater et de se rompre.

V I.

On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper; cette pratique est mauvaise; on enlève l'écorce et une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau; la blessure ne se cicatrise jamais parfaitement, et souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante et soixante-quinze ans, et tous ces endroits sont remplis de pourriture, et forment souvent des abreuvoirs ou desfusées en bas ou en haut, qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudroit mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudroit réserver; la dépense seroit à peu près la même, et la couleur ne feroit aucun tort à l'arbre, et dureroit au moins pendant tout le tems de l'exploitation.

V I I.

On trouve communément dans les bois

deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables et différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La première est le chêne à gros gland qui n'est qu'un à un, ou tout au plus deux à deux sur la branche; l'écorce de ces chênes est blanche et lisse, la feuille grande et large, le bois blanc, liant, très-ferme, et néanmoins très-aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble : l'écorce en est plus brune et toujours gercée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite, et l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terrains peu profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, et qu'au contraire on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très-bons terrains. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante et se propage par la graine; mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années, une très-grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement et mêlés, et d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terrains, et qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se

trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaignier, par la texture et par la couleur, qu'on les a pris l'un pour l'autre : c'est sur cette ressemblance qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaignier : j'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, et j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaignier étoient du chêne blanc à gros glands dont je viens de parler, qui étoit autrefois bien plus commun qu'il ne l'est aujourd'hui, par une raison bien simple ; c'est qu'autrefois, avant que la France ne fût aussi peuplée, il existoit une quantité bien plus grande de bois en bon terrain, et par conséquent une bien plus grande quantité de ces chênes, dont le bois ressemble à celui du châtaignier.

Le châtaignier affecte des terrains particuliers; il ne croît point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond est de matière calcaire : il y a donc de très-grands cantons et des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigniers dans les bois, et néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes, qu'on prétend être de châtaignier, et qui sont de

l'espèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, et depuis vingt-cinq ans jusqu'à cent ans et au dessus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a constamment plus de cœur et moins d'aubier que le chêne à petits glands; dans la proportion du double au simple. Si le premier n'a qu'un pouce d'aubier sur huit pouces de cœur, le second n'aura que sept pouces de cœur sur deux pouces d'aubier, et ainsi de toutes les autres mesures; d'où il résulte une perte du double lorsqu'on équarrit ces bois; car on ne peut tirer qu'une pièce de sept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands de même âge et de même grosseur. On ne peut donc recommander assez la conservation et le repeuplement de cette belle espèce de chênes, qui a sur l'espèce commune le plus grand avantage d'un accroissement plus prompt, et dont le bois est non seulement plus plein, plus fort, mais encore plus élastique. Le trou fait par une balle de mousquet dans une planche de ce chêne, se rétrécit par le ressort du bois, de plus d'un tiers de plus

que dans le chêne commun, et c'est une raison de plus de préférer ce bon chêne pour la construction des vaisseaux ; le boulet de canon ne le feroit point éclater, et les trous seroient plus aisés à boucher. En général, plus les chênes croissent vîte, plus ils forment de cœur, et meilleurs ils sont pour le service, à grosseur égale : leur tissu est plus ferme que celui des chênes qui croissent lentement, parce qu'il y a moins de cloisons, moins de séparation entre les couches ligneuses dans le même espace (1).

---

(1) L'on a dit que le mémoire qu'on vient de lire, celui qui traite de la force des bois, et les deux qui suivent, ont été un sujet de refroidissement et de brouillerie entre Duhamel et Buffon. Je ne sais jusqu'à quel point ces anciens bruits sont fondés ; il est possible, et en même tems fort simple, que Buffon ait mis à profit quelques idées de Duhamel, plus exercé que lui dans ces sortes de matières, pour diriger ses observations et ses expériences ; c'eût été même un hommage rendu aux grandes connoissances de Duhamel, en agriculture. Mais on se persuadera difficilement, que si riche de son propre fonds, il se soit approprié le travail d'autrui, et qu'il n'ait pas rougi de s'en attribuer l'honneur, dans le sein d'une compagnie où il auroit été exposé aux reproches continuels et mérités de son confrère.

Cette imputation de plagiat, qui porteroit l'avilissant

TABLE

De ce qui est contenu dans ce sixième volume.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

TABLE DES EXPÉRIENCES

SUR LA FORCE DU BOIS.

ARTICLE II.

Expériences sur le dessèchement du bois à l'air, et sur son imbibition dans l'eau.

Fin de la Table.

